



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO  
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

## PŘEVODOVÁ ÚSTROJÍ POUŽÍVANÁ V KONSTRUKCI TRAKTORU

TRANSMISSION MECHANISM USED IN TRACTOR'S CONSTRUCTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

LUKÁŠ ODSTRČIL

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ALEŠ PROKOP

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2011/2012

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Lukáš Odstrčil

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Stavba strojů a zařízení (2302R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Převodová ústrojí používaná v konstrukci traktoru**

v anglickém jazyce:

### **Transmission mechanism used in tractor's construction**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce bude zaměřena na přehled jednotlivých typů převodových ústrojí, užívaných v současné konstrukci traktorů.

Cíle bakalářské práce:

Cílem bakalářské práce je vypracování rešerše v oblasti užitých převodových ústrojí u jednotlivých výrobců traktorů.

Práce musí obsahovat:

- 1.Současný přehled používaných typů převodových ústrojí, logicky řazených dle předem stanovených parametrů.
- 2.Ekonomické zhodnocení jednotlivých variant.

Seznam odborné literatury:

Seznam odborné literatury:

1) BAUER, František, a kolektiv. Traktory. 1.vyd. Praha: Profi Press, 2006. 192 s.  
ISBN 80-86726-15-0.

2) Elektronické zdroje: databáze ACM Digital Library, Kluwer – Journals, Knovel, Science Direct, SpringerLink

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Aleš Prokop

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

V Brně, dne 23.11.2010

L.S.

---

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.  
Ředitel ústavu

---

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.  
Děkan fakulty



## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá přehledem používaných převodovek v dnešní konstrukci traktorů. Práce je zaměřená na převodovky čtveřice nejvíce prodávaných značek. Je zde jednoduchým a srozumitelným způsobem popsána činnost jednotlivých převodovek s konkrétním příkladem použití v jednotlivých třídách traktorů.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Traktor, převodovka, CVT, násobič točivého momentu, zatížení, John Deere, New Holland, Case, Fendt.

## **ABSTRACT**

This bachelors thesis deal with gearboxes used in todays construction of tractors. This work is focused on four most sold brands of tractors. In a simple a comprehensive way function of each gearbox is described with concrete examples of use.

## **KEYWORDS**

Tractor, gearbox, CVT, powershift, load, John Deere, New Holland, Case, Fendt.



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

ODSTRČIL, L. *Převodová ústrojí používaná v konstrukci traktoru*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 44 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Aleš Prokop.



## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Aleše Prokopa a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 14. října 2011

.....

Lukáš Odstrčil



## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Aleši Prokopovi za jeho trpělivost a shovívavost. Dále bych rád poděkoval panu Ing. Františku Vimrovi a panu Ing. Jiřímu Hostinskému za jejich čas a poskytnuté informace. Nesmím zapomenout na poděkování rodičům, díky kterým je všechno tohle možné.



## OBSAH

Úvod .....	9
1 Způsob rozdělení, definování hlavních pojmů .....	10
2 Mechanické převodovky.....	11
2.1 Mechanické převodovky - bez možnosti řazení pod zatížením.....	11
2.1.1 Reverzace převodovek.....	11
2.1.2 Převodovky SyncReverser, PowrReverser (John Deere) .....	11
2.1.3 Převodovka SynchronPlus (John Deere) .....	12
2.1.4 Převodovka Shuttle Command (New Holland, Case IH) .....	13
2.1.5 Převodovka Power Shuttle (New Holland, Case IH) .....	15
2.2 Mechanické převodovky - s omezeným počtem stupňů řazených při zatížení.....	17
2.2.1 Násobiče točivého momentu .....	17
2.2.2 Převodovky SyncReverser, PowrReverser Plus (John Deere) .....	17
2.2.3 Převodovka Dual Command (New Holland, Case - IH) .....	17
2.2.4 Převodovka Range Command (New Holland) .....	19
2.2.5 Převodovka Electro Command (New Holland, Case - IH) .....	21
2.3 Mechanické převodovky - se všemi stupni řazenými pod zatížením .....	24
2.3.1 Převodovka PowrShift (John Deere) .....	24
2.3.2 Převodovka Power Command (New Holland, Case - IH).....	26
2.3.3 Převodovka Ultra Command (New Holland, Case - IH).....	28
3 Hydrodynamické převodovky .....	31
3.1.1 Převodovka Turbomatic (Fendt).....	31
4 Diferenciální hydrostatické převodovky .....	32
4.1.1 Vario (Fendt) .....	32
4.1.2 Auto Command (New Holland, Case-IH) .....	33
4.1.3 AutoPowr (John Deere) .....	36
5 Statistiky .....	39
5.1 Statistika prodeje traktorů jednotlivých značek pro rok 2010 .....	39
5.2 Statistika prodeje traktorů New Holland podle převodovek pro rok 2010 .....	39
5.3 Prodej traktorů John Deere podle řad pro roky 2006 až 2008 .....	40
Závěr .....	41
Seznam příloh .....	44





## ÚVOD

Vývoj traktoru jde nezadržitelně kupředu a převodovka jako jeho součást není žádnou výjimkou. U většiny již dnes používaných převodovek se jedná o vysoce automatizované celky umožňující snadné a rychlé ovládání. Velký pokrok se udál u skupiny diferenciálních hydrostatických převodovek, které momentálně patří k nejdůmyslnějším používaným převodovkám vůbec. Pokrok hlavně v řídicí technice zaznamenala i nejvíce zastoupená skupina převodovek s omezeným počtem stupňů řazených pod zatížením kde mechanické páky a táhla vystřídal elektrohydraulické ventily. V mnoha případech se jedná o kombinaci starších osvědčených mechanických převodovek s novým řízením.

Tato práce podává ucelený přehled o konstrukci a ovládání jednotlivých převodovek používaných v dnešní koncepci traktoru.



# 1 ZPŮSOB ROZDĚLENÍ, DEFINOVÁNÍ HLAVNÍCH POJMŮ

Pod pojmem převodového ústrojí se skrývá množství jednotlivých funkčních celků tvořících základ pohonu traktoru. Jedná se hlavně o spojky umožňující krátkodobé přerušení točivého momentu, spojovací a kloubové hřídele, rozvodovky, diferenciály a koncové převody. Nejdůležitější částí je pak převodovka, umožňující traktoru změnu smyslu a velikosti točivého momentu. Ať už z hlediska konstrukce nebo případného ovládání si hlavně převodovka v posledních dvou desetiletích prošla velkou řadou změn. Cílem bylo dosažení co nejvyšší mechanické účinnosti, zlepšení respektive zjednodušení ovládání a tím pádem i snížení nákladů na provoz traktoru. Dnešní koncepce převodovek je ještě pořád z větší části založena na mechanických převodovkách zejména pak na kombinaci mechanické převodovky s násobičem točivého momentu, který umožňuje řazení rychlostních stupňů pod zatížením. Konstrukce jednotlivých převodovek se liší s výrobcem. V poslední době se však na trhu začalo objevovat velké množství převodovek založených na principu bezstupňového řazení (CVT, Continuously Variable Transmission) zvláště pak patřících do skupiny diferenciálních hydrostatických převodovek.

Převodovky které se vyskytují v dnešních koncepcích traktorů se dají rozdělit do třech hlavních skupin:

- Mechanické převodovky
- Hydrodynamické převodovky
- Diferenciální hydrostatické převodovky

Mechanické převodovky se dále dělí na převodovky bez možnosti řazení stupňů pod zatížením, s omezeným počtem stupňů řazených pod zatížením a na převodovky se všemi stupni řazenými při zatížení.

Hydrodynamické převodovky jsou už téměř v dnešní koncepci traktorů nepoužívané. Proto je o nich v práci pouze zmínka

V případě diferenciálních hydrostatických převodovek se jedná o použití nejnovějších technologií, díky kterým patří tyto převodovky mezi naprostou špičku.



## 2 MECHANICKÉ PŘEVODOVKY

Mechanické převody patří mezi nejstarší a pořád ještě nejvíce rozšířený způsob přenosu výkonu vůbec. Jednoduchost konstrukce, vysoká účinnost a spolehlivost společně s osvědčenou a levnou výrobou mají za následek jejich jednoznačnou převahu. Mezi jejich největší nedostatky patří stupňovité rozdělení rychlostí, které ve většině případů negativně ovlivňuje možnosti využití výkonu motoru. Částečně se tento problém řeší vyšším počtem převodových stupňů (10 a více) společně s možností řazení pod zatížením. U většiny výrobců už se v dnešní době jedná o stavebnicovou konstrukci jednotlivých převodovek kde se k hlavní a skupinové převodovce přidávají další součásti jako například reverzor (mechanický, elektrický, elektrohydraulický), plazivé rychlosti, násobič točivého momentu (dvou, tří, čtyř stupňový) a další.

### 2.1 MECHANICKÉ PŘEVODOVKY - BEZ MOŽNOSTI ŘAZENÍ POD ZATÍŽENÍM

Mechanické převodovky bez možnosti řazení pod zatížením se už dnes vyskytují pouze v traktorech nižší případně nižší střední třídy a i tam už se jedná o nejzákladnější modelové řady.

#### 2.1.1 REVERZACE PŘEVODOVEK

Pokud vynecháme klasický mechanický způsob reverzace tak už se dnes ve většině případů jedná o elektronicky řízené systémy (elektrické, elektrohydraulické, atd.). Použití takto řízeného reverzoru má svoje nesporné výhody v podobě možnosti změny směru jízdy bez nutnosti mačkání spojky což je užitečné pro práce, které častou a rychlou změnu směru jízdy vyžadují (práce s nakladačem, otáčení, ...). Reverzor bývá často umístěný (společně s násobičem točivého momentu) mezi pojezdovou spojkou a hlaví převodovkou. [1]

V dnešní době jsou nejvíce používané tři konstrukční řešení reverzoru:

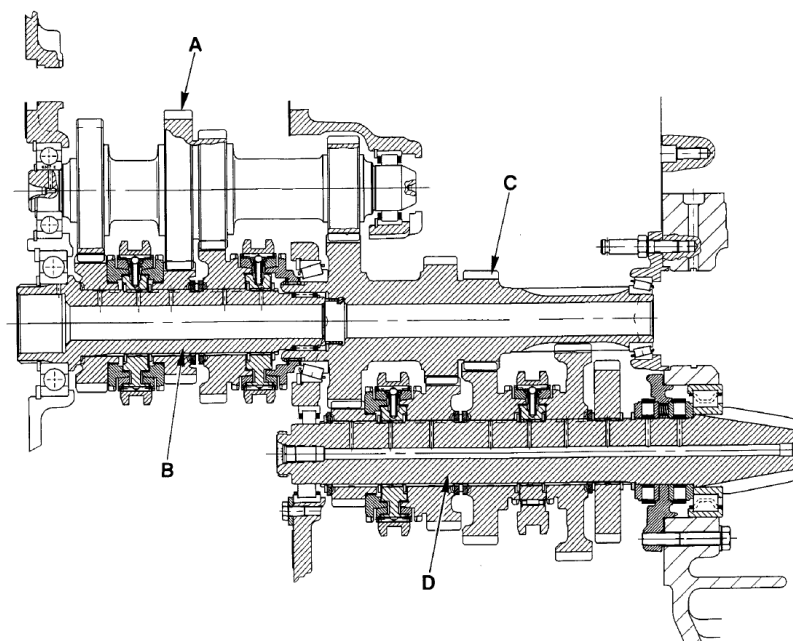
- Mechanická reverzace
- Reverzace s předlohovým hřídelem
- Reverzační planetové soukolí

#### 2.1.2 PŘEVODOVKY SYNCREVERSER, POWRREVERSER (JOHN DEERE)

Jedním z příkladů jsou převodovky používané v traktorech John Deere řady 5G a 5M (59 až 74 kW).

#### KONSTRUKCE

Jejich základem je plně synchronizovaná, dvanáctistupňová (Synchro Reverser, Power Reverser) případně šestnáctistupňová (SyncReverser, PowrReverser) převodovka skládající se z tří (čtyř)stupňové skupinové a čtyřstupňové hlavní převodovky. Převodovky se vybavují mechanickým případně elektrickým reverzem (Příloha 1, Obr.1).



Obr. 2.1 Schéma převodovky PowrReverser [9]

Předloховý hřídel (A), hnací hřídel hlavní převodovky (B), hnací hřídel přídatné převodovky (C), hnací hřídel diferenciálu přídatné převodovky (D).

### OVLÁDÁNÍ

K ovládání těchto převodovek se používají tři páky (Obr. 2.1), páka pro reverzaci (vlevo pod volantem), páky pro volbu převodového stupně skupinové a hlavní převodovky (vpravo vedle sedačky řidiče).



Obr. 2.2 Ovládání převodovky SyncReverser (JD řada 5M)[3]

### 2.1.3 PŘEVODOVKA SYNCHROPLUS (JOHN DEERE)

Jedná se o nejzákladnější typ převodovky, používanou v traktorech John Deere řady 6030 (63 až 114 kW).



## KONSTRUKCE

Čtyř hřídelová, plně synchronizovaná převodovka koncepčně složená z třístupňové hlavní a čtyřstupňové skupinové převodovky má 12 rychlostních stupňů vpřed a 4 vzad. Převodovka se vyrábí pouze v provedení pro maximální rychlost 30 km/h.

## OVLÁDÁNÍ



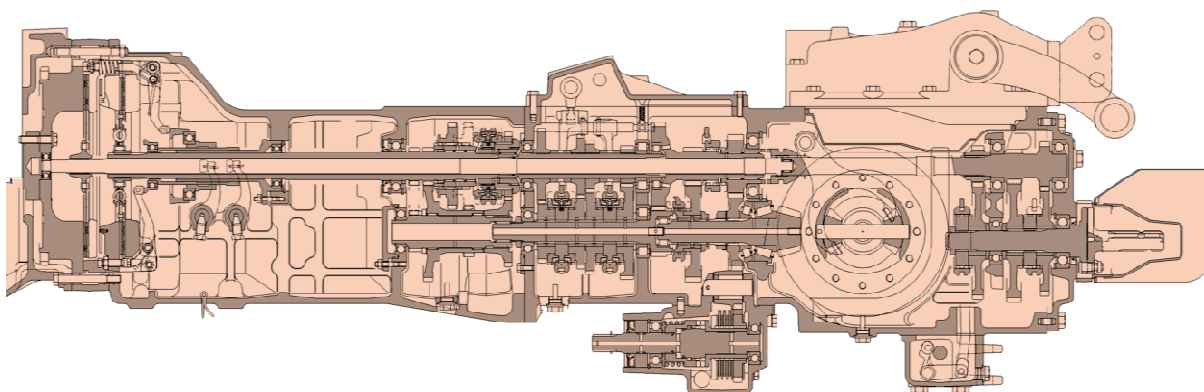
*Obr. 2.3 Ovládání převodovky SynchroPlus 12/4 se zařazeným parkovacím zámek (JD 6300) [5]*

Pro řazení rychlostních stupňů slouží dvě řadící páky umístěné na panelu po pravici obsluhy traktoru. Převod 1. stupně a převod pro jízdu vzad jsou umístěny pro snazší řazení v řadě. [4] Převodovka je v základu vybavena parkovacím zámek což má svoje nesporné výhody v případě zastavování v kopcovitém terénu (Obr. 2.3).

### 2.1.4 PŘEVODOVKA SHUTTLE COMMAND (NEW HOLLAND, CASE IH)

Převodovka používaná hlavně v traktorech New Holland řady T5000 (56 až 83 kW) a Case IH v řadách JX (44 až 70 kW) popřípadě JXU (56 až 84 kW).

## KONSTRUKCE

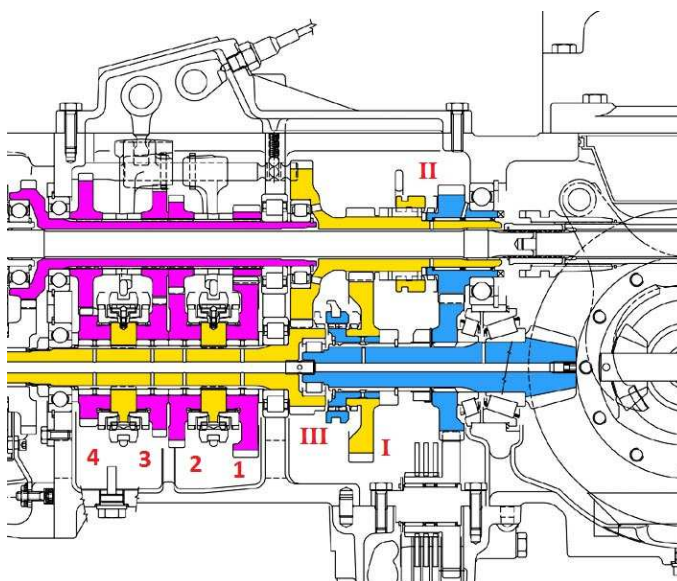


*Obr. 2.4 Schéma kombinované převodovky Shuttle Command 20x12 [15]*

Základem je opět čtyř hřídelová plně synchronizovaná převodovka s dvanácti rychlostními stupni (čtyři hlavní plus tři skupinové). Převodovka se dále vybavuje mechanickým reverzem, popřípadě kombinací mechanického reverzu s plazivými rychlostmi (Obr. 2.4). U této



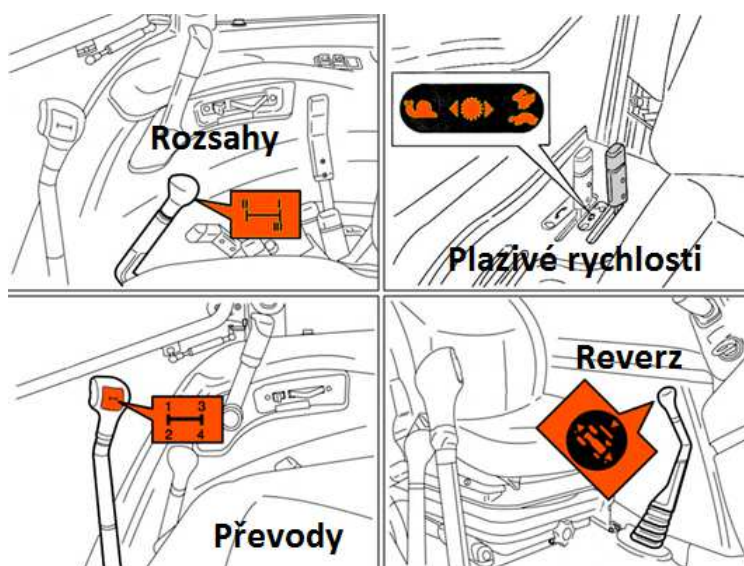
koncepte převodovek je možné si vybrat mezi mechanicky či hydraulicky ovládaným vývodovým hřídelem.



Obr. 2.5 Hlavní a skupinová převodovky se zařazeným neutrálem [15]

Na obrázku 2.5 je vidět detail hlavní a skupinové převodovky. Díky stavebnicové konstrukci se jedná o základ dále použitý v převodovkách Shuttle Command, Power Command a Dual Command. Převodovka se vyrábí ve dvou rychlostních provedeních 30 a 40 km/h (rozdíl je pouze v počtech zubů ozubených kol hlavní převodovky).

## OVLÁDÁNÍ



Obr. 2.6 Ovládací prvky převodovka Synchro Command (New Holland T5000)[15]

K ovládání převodovky jsou zapotřebí tři u převodovky s plazivými rychlostmi čtyři páky (Obr. 2.6). Díky konstrukci (z části i bezpečnosti) se dají plazivé rychlosti řadit pouze jestliže traktor stojí. Ze stejného důvodu (konstrukce, bezpečnost) je při zařazených plazivých



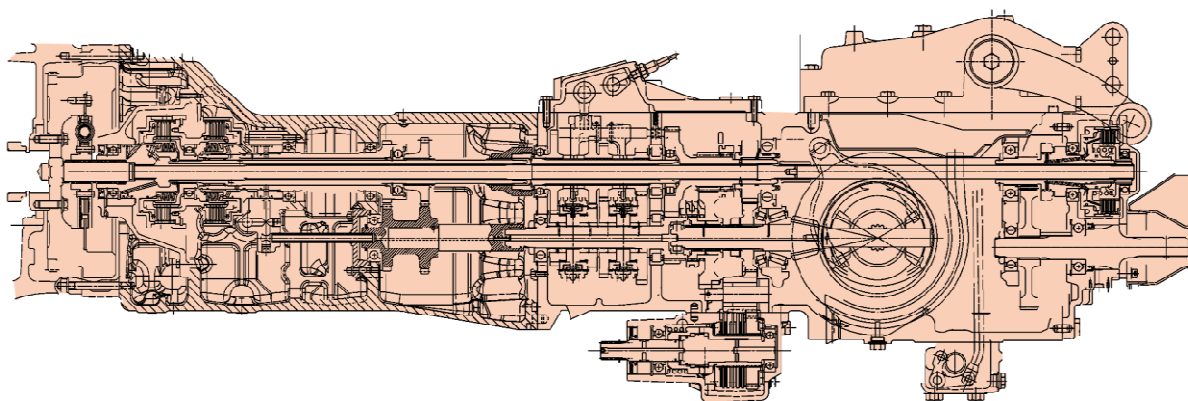


rychlostech omezena funkce skupinové převodovky na první dva rozsahy (platí i obráceně, tzn. v případě zařazeného vysokého rozsahu nelze použít plazivé rychlosti).

### 2.1.5 PŘEVODOVKA POWER SHUTTLE (NEW HOLLAND, CASE IH)

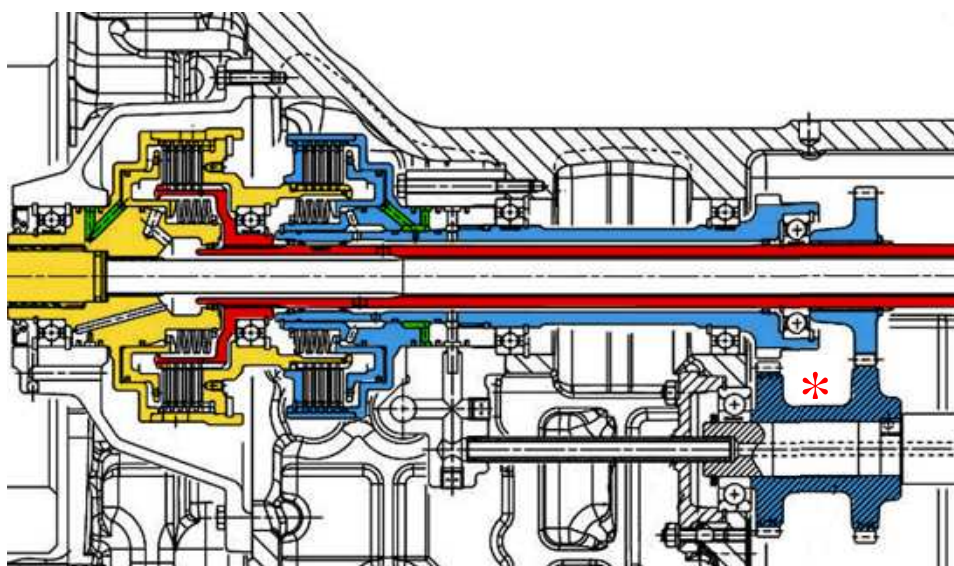
Převodovku Power Shuttle můžeme najít například v traktorech New Holland řady T4 PowerStar (41 až 55 kW) a TD5000 (44 až 70 kW).

#### KONSTRUKCE



Obr. 2.8 Schéma převodovky Power Shuttle 12x12 [15]

Základ tvoří opět dvanáctistupňová převodovka (Obr. 2.8), ke které jsou přidány dvě elektrohydraulicky ovládané lamelové spojky (Obr. 2.7). Jak můžeme vidět z obrázku 2.8 úplně zde odpadá použití velké hlavní spojky. Rovněž se zde naskytuje možnost použití spojkového tlačítka (většinou umístěného na řadicí páce rychlostí) namísto nožní spojky.

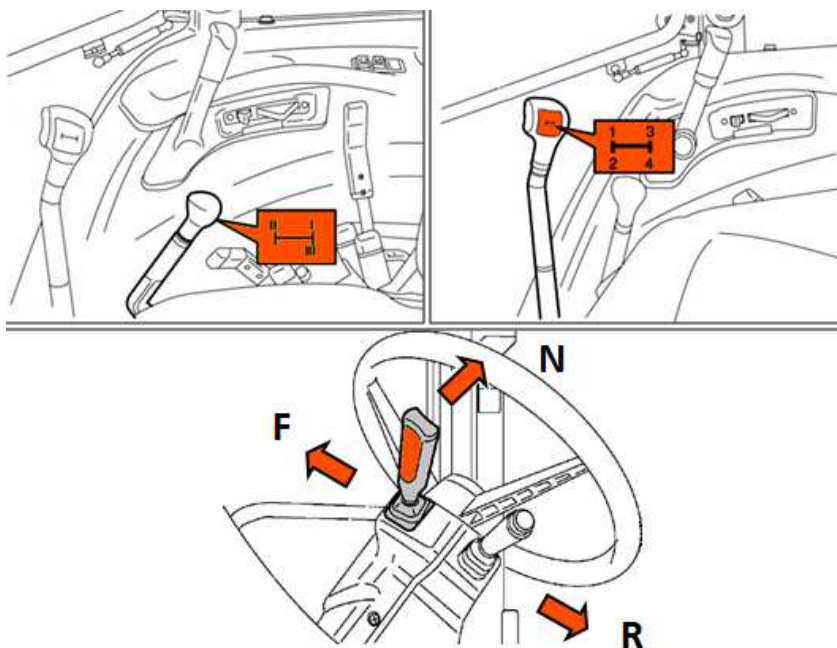


Obr. 2.7 Spojky pro změnu směru jízdy [15]



Na obrázku 2.7 je zobrazený detail těchto dvou spojek. Za jízdy vpřed je sepnutá spojka A (zobrazená žlutě). V případě požadavku změny směru jízdy vzad je spojka A postupně vypínána a zároveň se zapíná spojka B (zobrazená modře). Obrácený smysl otáčení je dosažen vloženým ozubeným kolem (označený hvězdičkou). Jde o velice jednoduchý systém, který má díky elektronickému řízení předurčenou dlouhou životnost.

## OVLÁDÁNÍ



Obr. 2.9 Ovládání převodovky Power Shuttle [15]

Ovládací páky pro převody a rozsahy jsou podobně jako v předchozím případě u převodovky Shuttle Command umístěny po pravé straně vedle sedačky řidiče (Obr. 2.9). Jediný rozdíl je v umístění ovládací páky reverzoru, ta se pro lehčí ovládání nachází vlevo pod volantem.





## 2.2 MECHANICKÉ PŘEVODOVKY - S OMEZENÝM POČTEM STUPŇŮ ŘAZENÝCH PŘI ZATÍŽENÍ

Jedná se o nejvíce rozšířenou skupinu převodovek vůbec. Zástupce těchto převodovek najdeme ve všech řadách nejvíce však v traktorech střední výkonové třídy kde je zároveň také největší možnost výběru typu převodovky. [1]

### 2.2.1 NÁSOCIČE TOČIVÉHO MOMENTU

Jak už bylo uvedeno výše, mezi největší nedostatky mechanických převodovek patří jejich stupňovité rozdělení rychlostí. V případě přeřazení se jedná o relativně zdlouhavý proces kdy je pro přechod na jiný rychlostní stupeň nutné rozpojit hlavní spojku, přeřadit a znovu spojku spojit. U vysokého tahového zatížení (jízda do kopce, orba, ...) se rozepnutí spojky projeví nežádoucím poklesem pojezdové rychlosti nebo v horším případě úplným zastavením celé soupravy, což při následném přeřazení a opětovném rozjezdu za plného zatížení klade vysoké nároky na dimenzování převodu a spojky samotné. Užitím násobiče točivého momentu se změní celkový převodový poměr a s ním i velikost hnací síly na obvodu kola bez nutnosti přerušení dodávky výkonu. Jeho použitím se výrazně promítne na jízdních vlastnostech celé soupravy neméně pak na komfortu obsluhy. [1]

Násobiče točivého momentu jsou ve většině případů umístěny mezi hlavní spojkou a převodovkou a používají se zejména dvě konstrukční řešení:

- Předlokové násobiče točivého momentu s čelním soukolím (Obr. 2.7)
- Planetové násobiče točivého momentu (Příloha 2 Obr.1)

Akčními členy, díky kterým je plynulá změna točivého momentu možná jsou v případě předlokových násobičů lamelové spojky a v případě planetového násobiče se jedná o kombinaci pásových (lamelových) brzd s lamelovými spojkami. O zapínání těchto třecích elementů se většinou starají elektrohydraulické, mechanicko-hydraulické případně elektropneumatické systémy. Ovládání bývá nejčastěji tlačítky umístěnými přímo na řadící páce, opěrce sedačky nebo páčkou pod volantem. [1]

### 2.2.2 PŘEVODOVKY SYNCREVERSER, POWREVERSER PLUS (JOHN DEERE)

Jedná se o převodovky zmíněné v kapitole 2.1.2 s tím rozdílem, že se mezi hlavní spojkou a reverzor vkládá elektrohydraulicky ovládaný dvoustupňový násobič. Tím pádem převodovky disponují dvojnásobným počtem rychlostních stupňů (24x12; 32x16)

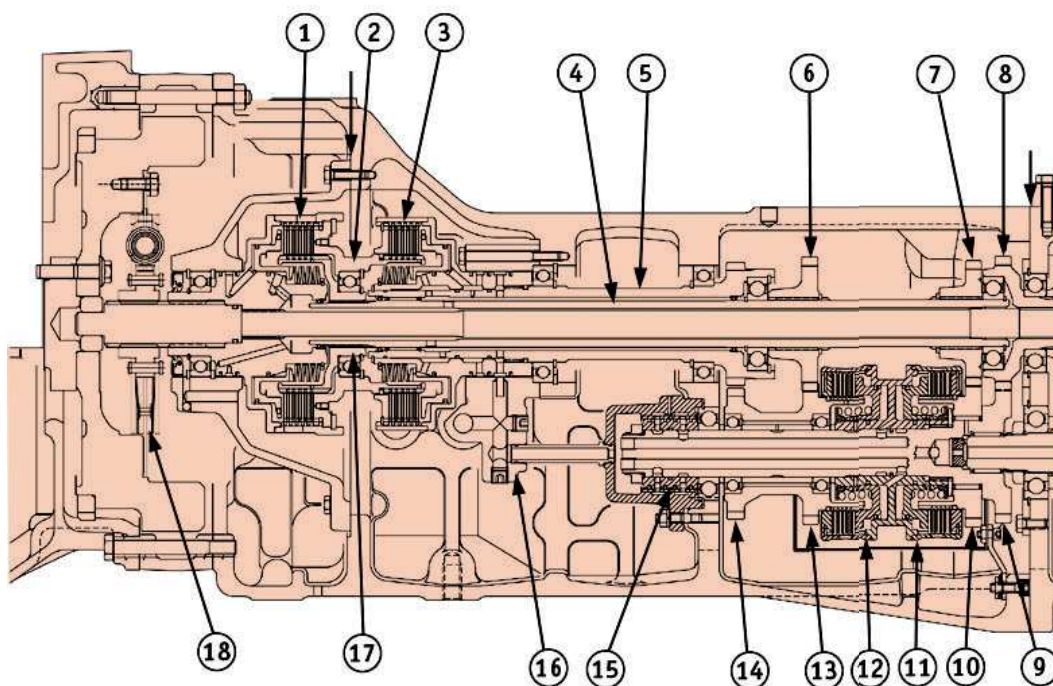
### 2.2.3 PŘEVODOVKA DUAL COMMAND (NEW HOLLAND, CASE - IH)

Převodovka používaná v traktorech New Holland řada T6000 (74 až 104 kW) a traktorech Case řady JXU (56 - 83 kW).



## KONSTRUKCE

Převodovka Dual Command je konstrukčně téměř naprosto totožná s převodovkou Power Shuttle (Obr. 2.8). Jediným rozdílem je přidání předloňový dvoustupňový násobič točivého momentu s dvěma elektrohydraulicky ovládanými spojkami (Obr. 2.10)



Obr. 2.10 Podélné zobrazení převodovky Dual Command [15]

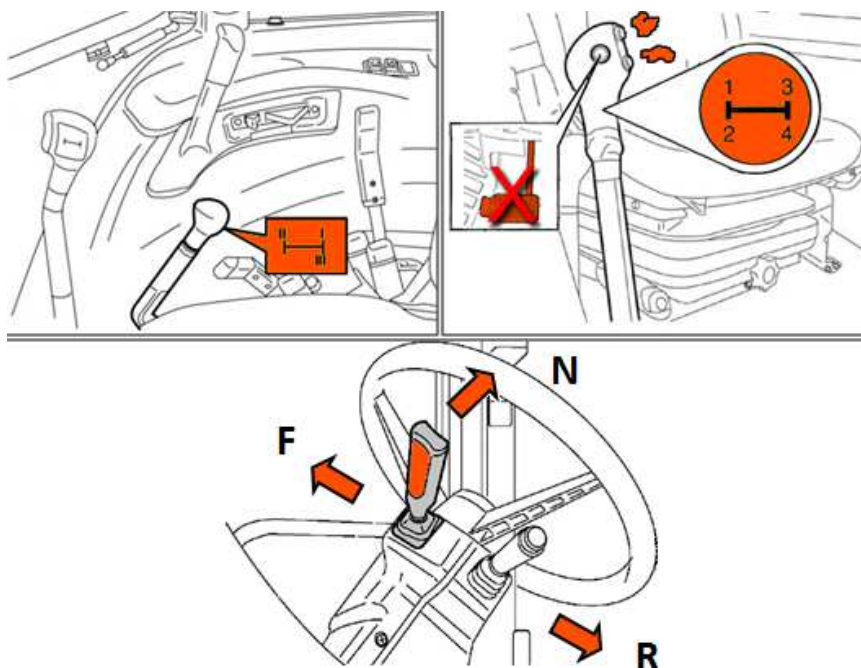
Spojka A vpřed (1), hnací kolo spojky B (2), spojka B vzad (3), hnaná hřídel spojky A (4), hnaná hřídel spojky B (5), vložené kolo mezi hnanou hřídelí spojky A a hnacím kolem spojky C (6), vložené kolo mezi hnanou hřídelí spojky A a hnacím kolem spojky D (7), hnací hřídel převodovky (8), hnací hřídel spojek C/D a Power shuttle (9), hnací kolo spojky D (10), spojka D (11), spojka C (12), hnací kolo spojky C (13), hnací kolo reverzu (14), tlakové kruhové potrubí spojek C/D (15), tlakové mazací potrubí spojky B (16), hnané kolo spojky A (17), tlumič vibrací (18)

Princip funkce násobiče je zřetelná z obrázku 2.10. Pro jízdu vpřed je sepnutá spojka A, přes hřídel 4, ozubená kola 7 a 10 je výkon přiváděn ke spojce D (první stupeň násobiče, Lo). Dále pak přes hřídel 9 a ozubené kolo 8 přiváděn do hlavní převodovky. Při druhém stupni násobiče (Hi) je sepnutá spojka C (od spojky A poháněná přes hřídel 4, ozubená kola 6 a 14) od které je opět přes hřídel 9 a ozubené kolo 8 výkon převáděn dál. V případě reverzace je princip funkce stejný s tím rozdílem, že je ke spojkám C a D výkon přiváděn od spojky B (přes hřídel 5, vložené kolo a hnací kolo reverzu 14). Vypínání a zapínání spojek je dostatečně rychlé a rovnoměrné, tak aby nedocházelo k nežádoucímu poklesu pojezdové rychlosti a přechod na další rychlostní stupeň byl plynulý (elektrohydraulické řízení).

## OVLÁDÁNÍ

Mezi ovládací prvky patří tradičně páka pro řazení rozsahů, elektronicky ovládaný reverzor a páka pro řazení jednotlivých převodových stupňů. Pro ovládání násobiče točivého momentu je řadící páka převodů vybavena dvěma tlačítky označovanými jako zajíc (Hi) a želva (Lo).

Existuje zde také možnost použití spojkového tlačítka umožňujícího řadit převodové stupně bez nutnosti sešlápnutí spojkového pedálu.



Obr. 2.11 Ovládací prvky převodovka Dual Command (New Holland) [15]

#### 2.2.4 PŘEVODOVKA RANGE COMMAND (NEW HOLLAND)

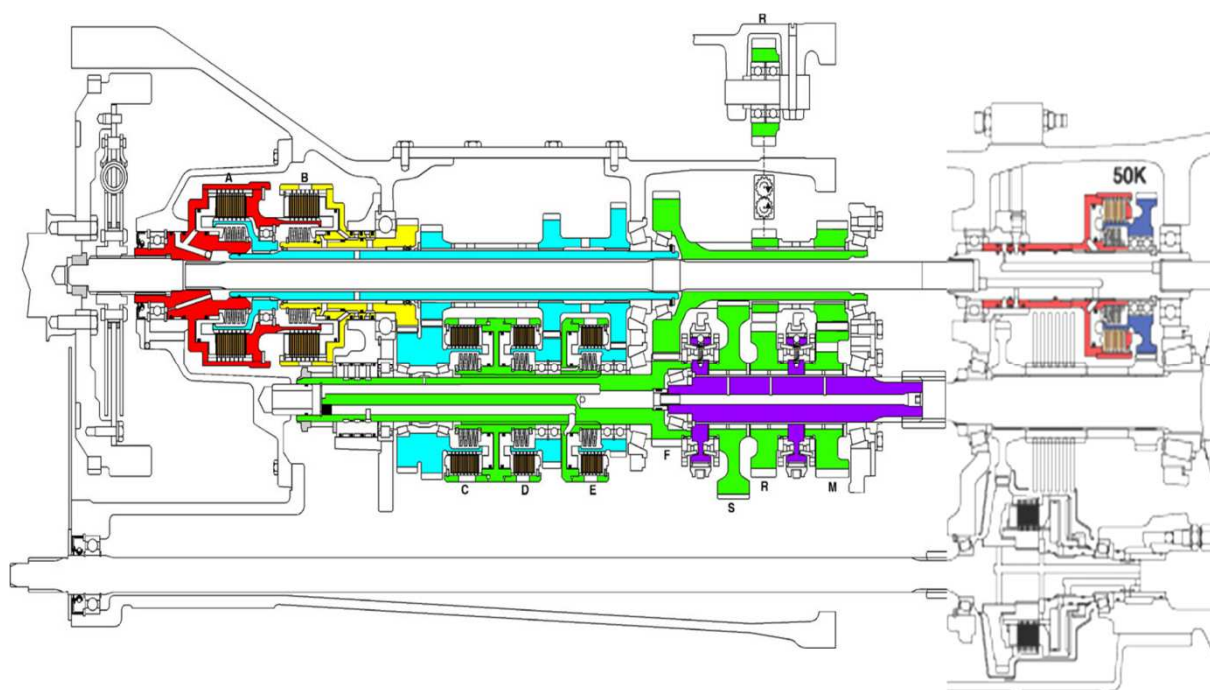
Převodovku Range Command můžeme najít v řadách T7 (106 až 156 kW).

##### KONSTRUKCE

Převodovka je složená z pěti elektrohydraulicky ovládaných lamelových spojek (dvě spojky dvoustupňového násobiče plus tři spojky rychlostních stupňů s možností řazení pod zatížením) a čtyř plně synchronizovaných rychlostních skupin Obr. 2.12). Dohromady umožňují řazení osmnácti rychlostních stupňů vpřed (6 stupňů řazených pod zatížením ve 3 skupinách F,M,S) a šesti stupňů vzad (skupina R). V případě plazivých rychlostí se počet zvýší na 28 stupňů vpřed a 12 vzad. Převodovka se vyrábí ve dvou provedeních pro 40 a 50 km/h, přičemž ve druhém zmiňovaném případě se pro dosažení této rychlosti instaluje spojka přímého pohonu (19. rychlostní stupeň, na Obr. 2.12 označená jako 50K).

Tab. 1 Řazení jednotlivých stupňů [15]

		Synchrony Rozsahů			
		S	M	F	R
Spojky rychlostí	AC	1	7	13	R1
	BC	2	8	14	R2
	AD	3	9	15	R3
	BD	4	10	16	R4
	AE	5	11	17	R5
	BE	6	12	18	R6
		BE Přímý pohon		19	



Obr. 2.12 Schéma převodovky Range Command [15]

## OVLÁDÁNÍ

Pro snadné ovládání je řazení skupin a jednotlivých rychlostních stupňů soustředěné do jedné řadící páky (Obr. 2.13). Na páce jsou umístěná tlačítka pro řazení rychlostních stupňů pod zatížením (želva, zajíc) a tlačítko zastávající funkci spojky (umístěné zezadu na hlavici). Řazení ve skupinách probíhá bez nutnosti sešlápnutí spojky (řazení pod zatížením). Pro řazení nahoru mezi skupinami je nutné současně s tlačítkem na řadící páce (zajíc) zmáčknout spojkový pedál (případně spojkové tlačítko). V případě řazení dolů přes jednotlivé skupiny, nutnost mačkání spojkového pedálu (tlačítka) odpadá. Reverzace převodovky se ovládá elektrohydraulicky, klasicky páčkou vlevo pod volantem. [11]



Obr. 2.13 Ovládací páka převodovky Range Command 42[12]

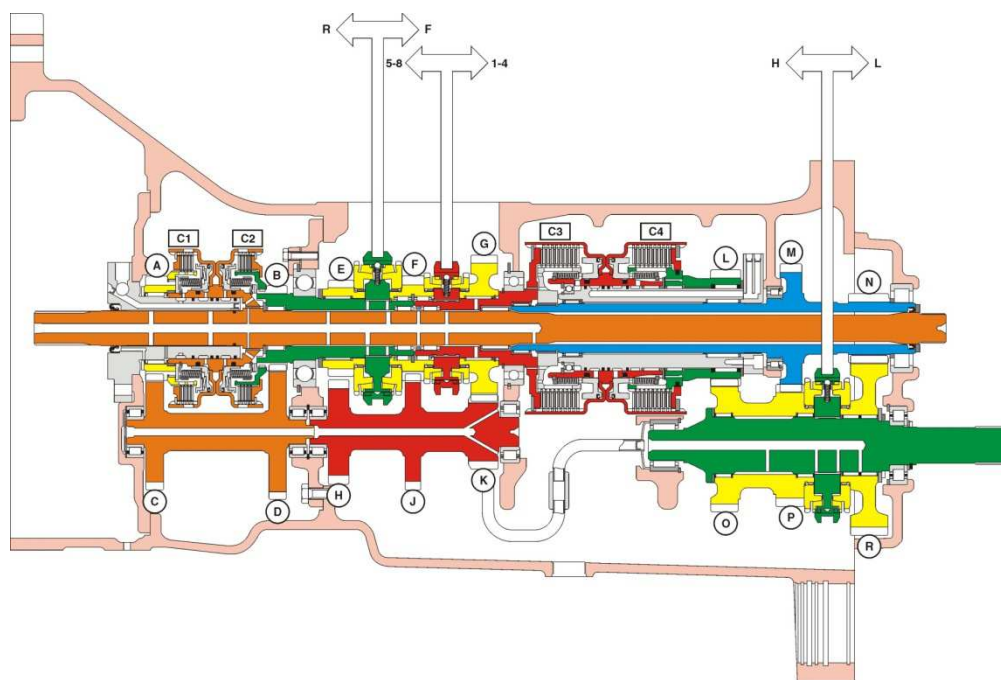




### 2.2.5 PŘEVODOVKA ELECTRO COMMAND (NEW HOLLAND, CASE - IH)

V traktorech New Holland ji najdeme v řadě T6000 (74 až 131 kW). U traktorů Case v řadě Maxxum (82 až 104 kW).

#### KONSTRUKCE



Obr. 2.14 Schéma převodovky Electro Command [15]

Jedná se o převodovku se čtyřmi elektrohydraulicky ovládanými lamelovými spojkami pro řazení pod zatížením. Spojky C1 a C2 jsou umístěny v přední části převodovky pracující jako dvoustupňový násobič (Hi, Lo). Za nimi jsou umístěny dvě synchronizované jednotky převodů (elektrohydraulické řazení). První je pro jízdu vpřed nebo vzad (F, R) a druhá je pro rozsahy rychlostí (1-4, 5-8). Spojky C3 a C4 umístěné dále plní podobnou funkci jako spojky C1 a C2 (další násobič). Díky větším přenášeným silám jsou však konstrukčně větší (více lamel, silnější pružiny, atd.). Celou skupinu uzavírá synchronizovaná jednotka pro řazení vysokého a nízkého rozsahu (H, L). Převodovka tedy disponuje šestnácti v případě instalované spojky přímého pohonu sedmnácti rychlostními stupni vpřed a šestnácti vzad. Díky spojkám C1 až C4 se jedná o osm stupňů řazených bez spojkového pedálu pod zatížením.

#### OVLÁDÁNÍ

Převodovka se ovládá pomocí páky reverzace (vlevo pod volantem), páky řazení rozsahu a displeje rychlostí (Obr. 2.15). Pro řazení rychlostí pod zatížením slouží dvě tlačítka na řadící páce rozsahu případně tlačítka pod displejem rychlostí. Převodovka disponuje velkým množstvím elektronických systémů. Mezi nejvýznamnější patří schopnost automatického řazení na silnici, adaptivního AUTO řazení na poli, předvolba stupně v kombinaci s automatikou, automatické přizpůsobení převodového stupně rychlosti traktoru, atd. [15]



Tab. 2 Řazení jednotlivých stupňů, převodovka Electro Command [15]

	GEAR															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
F / R	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
C1			◆	◆			◆	◆			◆	◆			◆	◆
C2	◆	◆			◆	◆			◆	◆			◆	◆		
C3		◆		◆		◆		◆		◆		◆		◆		◆
C4	◆		◆		◆		◆		◆		◆		◆		◆	
1 _ 4	◆	◆	◆	◆					◆	◆	◆	◆				
5 _ 8					◆	◆	◆	◆					◆	◆	◆	◆
LOW	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆								
HIGH									◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆



Obr. 2.15 Řadící páka a display rychlostí [13]

### PŘEVODOVKA POWRQUAD PLUS A AUTOQUAD PLUS (JOHN DEERE)

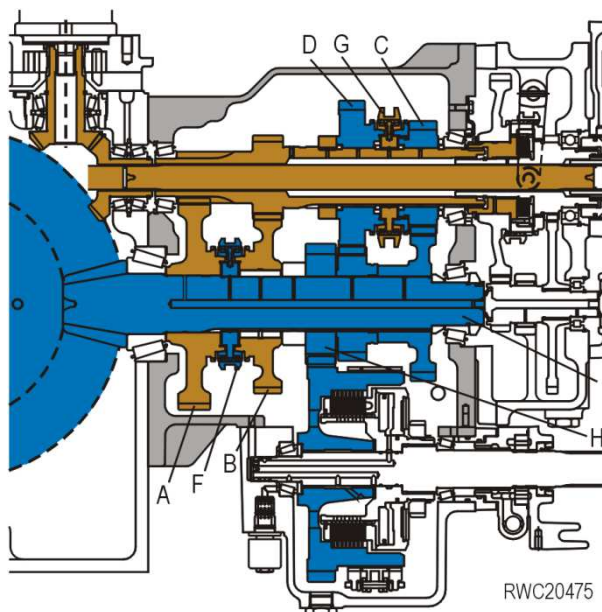
Převodovky PowrQuad a AutoQuad patří mezi nejvíce používané převodovky značky John Deere, zástupce můžeme najít téměř ve všech výkonnostních třídách jejich traktorů. Například v řadách 5R (59 až 74 kW), 6030 (59 až 110 kW) a 6030 Premium (70 až 110 kW), 7030 Premium (118 až 143), atd.

### KONSTRUKCE

Sestava převodovky je tvořena dvěma moduly, čtyřstupňovým modulem PowrQuad (čtyřstupňový planetový násobič plus reverzor) a čtyřstupňovou (popřípadě pěti nebo šestistupňovou) plně synchronizovanou převodovkou rozsahů převodů. Případná sestava převodovky pro plavivé rychlosti je umístěná mezi oběma moduly (Obr. 2.16). U čtyřstupňové převodovky rozsahů sestava umožňuje řazení 16 převodových stupňů vpřed a



stejného počtu stupňů vzad. U pětistupňové převodovky je to 20 stupňů vpřed (vzad) a u šestistupňové až 24 převodových stupňů (vpřed, vzad). Modul PowrQuad (Příloha 2, Obr.1) je tvořený jednou planetovou převodovou řadou, spojkou pro jízdu vpřed a brzdou pro jízdu vzad. Spojky a brzdy jsou ovládané tlakovým olejem. Převodovka rozsahu převodů je ovládaná mechanicky (PowrQuad), krokovým motorem (AutoQuad) popřípadě hydraulicky (PowrQuad Plus, AutoQuad Plus). [9]



*Obr. 2.16 Čtyřstupňová převodovka rozsahů převodů s převodovkou pro plazivé rychlosti [7]*

Ozubené kolo rozsahu A (A), ozubené kolo rozsahu B (B), ozubené kolo rozsahu C (C), ozubené kolo rozsahu D (D), synchronizační spojka A-B (F), synchronizační spojka D-E (G), hnací ozubené kolo přední nápravy (H), hnací hřídel diferenciálu (I).

Ozubená kola rozsahů C a D jsou drážkováním spojena s dolním hřídelem a jsou v záběru s volně se otáčejícími ozubenými koly na horním hřídeli. Horní synchronizační spojka (G) je používána pro řazení rozsahů převodů C nebo D. Hnací ozubené kolo pohonu přední nápravy (H) je používané u všech převodovek pro snímač otáček a záběr parkovací západky. Ozubené kolo je drážkováním spojeno s dolním hřídelem. [7]

## OVLÁDÁNÍ

Konstrukce převodovek PowrQuad, AutoQuad, PowrQuad Plus a AutoQuad Plus je téměř naprosto identická jediný velký rozdíl je v možnostech jejich ovládání. V případě převodovky PowrQuad, jde o mechanické řízení s dnes už nepoužívaným dvoupákovým ovládáním. Převodovka PowrQuad Plus je už elektronicky řízená (jedna páka) s možností automatického přizpůsobení rychlosti při řazení skupin. Převodovky AutoQuad a AutoQuad Plus navíc zvládají automatické řazení rychlostních stupňů ve skupině. Pro zjednodušení obsluhy jsou ovládací prvky převodovky soustředěny do jediné páky řazení skupin rozsahů (Obr. 2.17). Páka obsahuje tlačítka pro řazení jednotlivých stupňů pod zatížením (želva, zajíc), spojkové tlačítko a v případě převodovky AutoQuad (Plus) i tlačítko auto pro přechod do módu automatického řazení stupňů. U všech typů těchto převodovek je v základní výbavě parkovací



zámek převodovky. Ovládací prvky doplňuje elektricky ovládaný reverzor tradičně umístěný vlevo pod volantem řidiče.



*Obr. 2.17 Ovládací páka skupinové převodovky [6]*

## **2.3 MECHANICKÉ PŘEVODOVKY - SE VŠEMI STUPNI ŘAZENÝMI POD ZATÍŽENÍM**

Jedná se o převodovky používané v nejvyšších řadách traktorů. Princip řazení rychlostních stupňů funguje na základě spínání jednotlivých lamelových spojek.

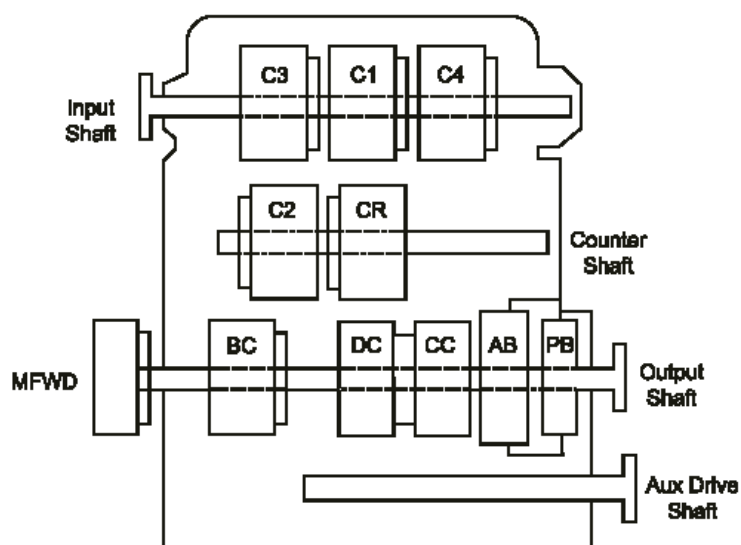
### **2.3.1 PŘEVODOVKA POWRSHIFT (JOHN DEERE)**

Převodovka používaná u nejsilnějších strojů značky John Deere užívaná hlavně v traktorech řady 8R (180 až 254 kW) a 9030 (289 až 405 kW).

#### **KONSTRUKCE**

Předloková převodovka s 16 rychlostními stupni vpřed a 5 stupni vzad (Příloha 3, Obr.1). Řazení je uskutečňováno pomocí devíti elektronicky (elektrohydraulicky) řízených lamelových spojek (C1, C2, C3, C4, CR, BC, DC, CC) a dvou brzd (AB, PB). (Obr. 2.18) Řazení jednotlivých stupňů je dosaženo kombinací spojek na vstupní hřídeli (C1, C2, C3, C4, CR) se spojkami (brzdou) na výstupní hřídeli (BC, DC, CC, AB). Pro jízdu vpřed slouží spojky C1, C2, C3, C4 a pro jízdu vzad spojka CR.





Obr. 2.18 Schéma spojek (brzd) v převodovce PowrShift [9]

Tab. 3 Řazení jednotlivých převodových stupňů, převodovka PowrShift [9]

	AB	BC	CC	DC	C1	C2	C3	C4	CR
1F	•				•				
2F	•					•			
3F	•						•		
4F	•							•	
5F		•			•				
6F			•		•				
7F		•				•			
8F			•			•			
9F		•					•		
10F			•				•		
11F		•						•	
12F			•					•	
13F				•	•				
14F				•		•			
15F				•			•		
16F				•				•	
1R	•								•
2R		•							•
3R			•						•
4R				•					•
5R				•					•

## OVLÁDÁNÍ

Díky systému APS (Auto Power Shift) je ovládání převodovky velice jednoduché. Systém řadí jednotlivé stupně na základě měnících se podmínek zatížení (motoru, převodovky) automaticky čímž se zvyšuje hospodárnost provozu a produktivita. K ovládání slouží jedna páka umístěná po pravici obsluhy traktoru (Obr. 2.19).

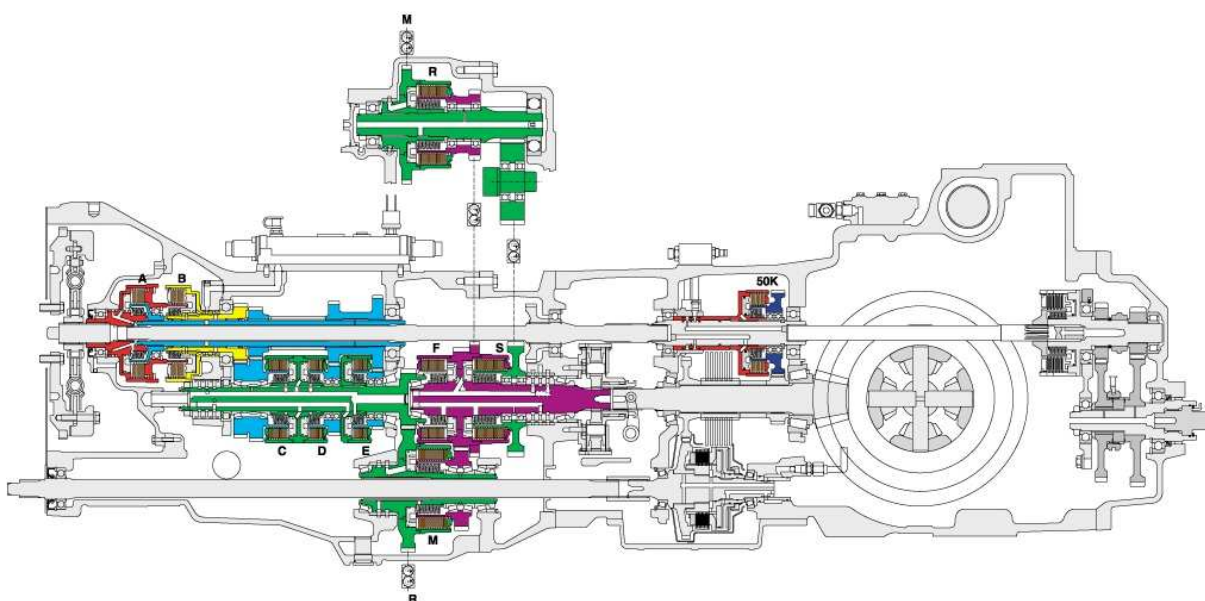


Obr. 2.19 Ovládací páka převodovky PowrShift [8]

### 2.3.2 PŘEVODOVKA POWER COMMAND (NEW HOLLAND, CASE - IH)

Nejvíce je používána v traktorech New Holland řady T7 (106 až 172 kW) a v traktorech Case s označením Puma (101 až 164 kW).

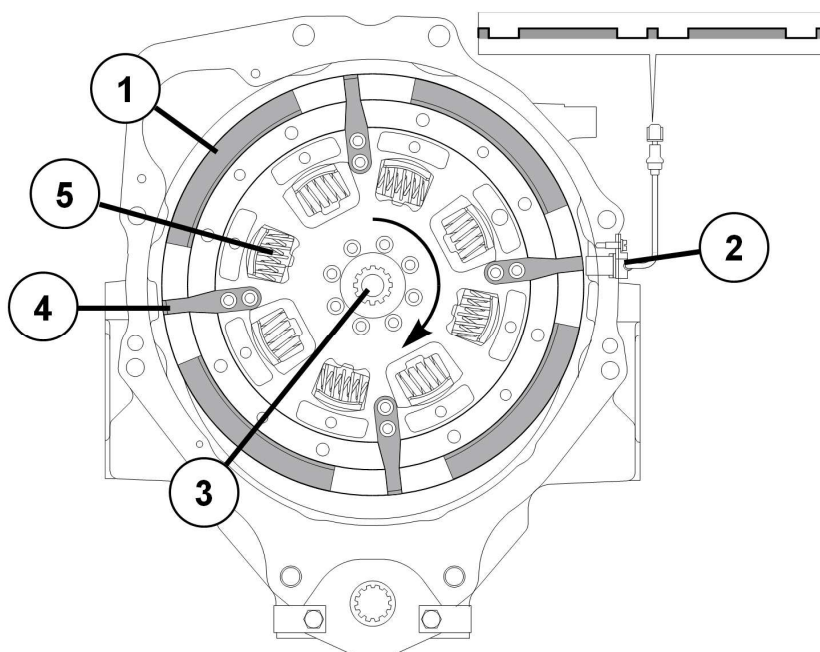
#### KONSTRUKCE



Obr. 2.20 Schéma převodovky Power Command [15]

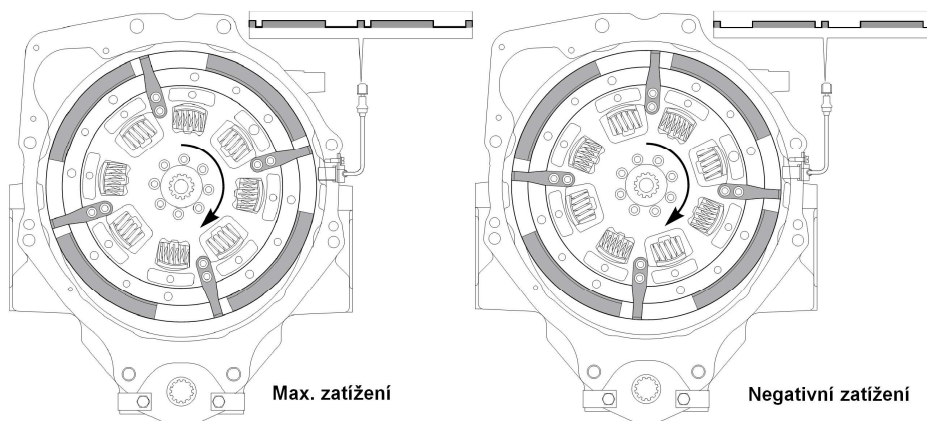
Převodovka je složena z 12 elektrohydraulicky ovládaných spojek (Obr. 2.20). Z toho 9 je koncepčně rozdělených do třech funkčních celků. Dvoustupňového násobiče (spojky A, B), hlavní převodovky se třemi převodovými stupni (C, D, E) a skupinové převodovky se třemi rozsahy plus zpátečka (S, M, F a R). Díky tomu převodovka disponuje 18 rychlostními stupni vpřed a 6 stupni vzad. V případě plazivých rychlostí se počet zvýší na 28 stupňů vpřed a 12 vzad. Desátou spojkou je spojka pro zapínání přední nápravy, jedenáctou je spojka

vývodového hřídele a poslední dvanáctá je volitelná spojka přímého pohonu (19. rychlostní stupeň, verze ECO 50km).



Obr. 2.21 Tlumič vybrací, čidlo zátěže motoru a převodovky [15]

Setrvačník (1), senzor zatížení a otáček motoru (2), vstupní hřídel převodovky (3), akční člen, čidlo senzoru zatížení (4), pružina tlumiče vibrací (5)



Obr. 2.22 Maximální a negativní zatížení [15]

Na obrázcích 2.21 a 2.22 je blíže ukázaný princip funkce jednoho ze senzorů zatížení motoru (převodovky). V případě žádného zatížení (Obr. 2.21) výkon převáděný přes pružiny tlumiče nezpůsobuje žádné stlačení, krátký signál od čidla senzoru bude uprostřed mezi dlouhým signálem od setrvačníku. Při velkém zatížení (jízda do kopce, orba, atd.) motor tlačí na pružiny tlumiče vibrací a stlačuje je, krátký signál čidla se více přibližuje „dohání“ signál setrvačníku. Řídící jednotka tento stav zaznamená a případně podřadí. V obráceném případě (jízda z kopce) jsou pružiny stlačeny od převodovky, signál setrvačníku „dohání“ krátký signál tlumiče vibrací. Řídící jednotka opět tento stav zaznamená a v případě nutnosti přeřadí na vyšší rychlostní stupeň (Obr. 2.22).



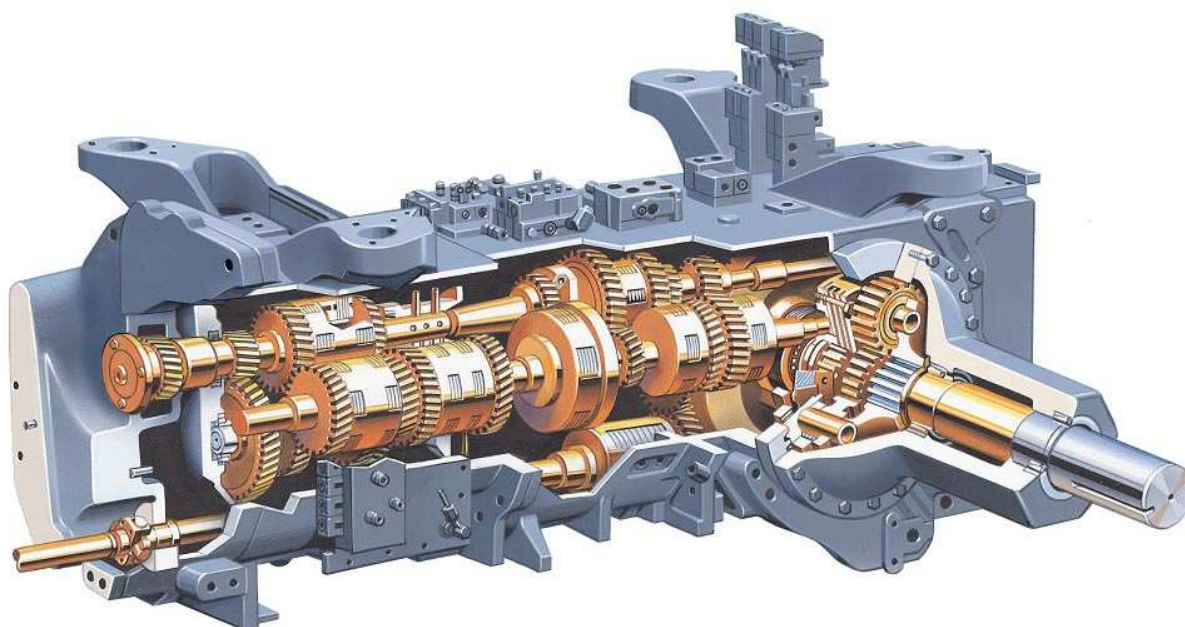
## OVLÁDÁNÍ

Převodovka má naprosto stejné ovládací prvky jako převodovka Range Command (kapitola 2.2.4). Díky všem stupňům řazeným pod zatížením však úplně odpadá nutnost mačkání spojkového tlačítka. Řazení převodových stupňů (spojek) je popsáno v tabulce 1 (kapitola 2.2.4).

### 2.3.3 PŘEVODOVKA ULTRA COMMAND (NEW HOLLAND, CASE - IH)

Převodovka používaná v nejvyšší výkonnostní třídě traktorů New Holland v řadách T8 (216 až 250 kW) a T9 (287 až 477 kW). Svoje zástupce má i v traktorech Case, řada Magnum (199 až 276 kW).

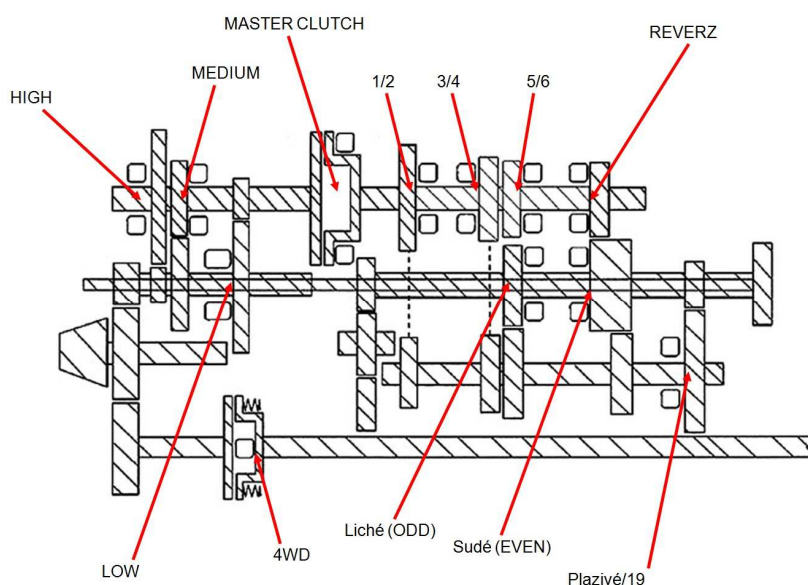
## KONSTRUKCE



Obr. 2.23 Převodovka Ultra Command [14]

Konstrukce převodovky je opět založená na 12 elektrohydraulicky ovládaných lamelových spojkách (Obr. 2.24). Je zde spojka pro pohon přední nápravy, spojka pro plazivé rychlosti dále tři spojky rozsahů (Low, Medium, High), dvě spojky lichých a sudých rychlostí (Odd, Even), tři spojky rychlostních stupňů (1/2, 3/4, 5/6) plus spojka zpátečky (Reverz). Poslední 12. je tzv. hlavní spojka (Master Clutch). Jedná se o velkou vícelamelovou spojku, která má za úkol zachytávat případné rázy vzniklé při reverzaci. Řazení jednotlivých rychlostních stupňů je popsáno tabulkou 4. [14]





Obr. 2.24 Funkční schéma převodovky Ultra Command [15]

Tab. 4 Řazení převodových stupňů převodovky Ultra Command [15]

CLUTCH	IDLE	FWD. GEARS																		REV.GEARS				CREEPER					REV. CREEPER				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2		
Main																																	
Odd																																	
Even																																	
Creep/19																																	
Reverse																																	
1/2																																	
3/4																																	
5/6																																	
Low range																																	
Medium range																																	
High range																																	

## OVLÁDÁNÍ

Převodovka se ovládá pomocí jedné jediné páky umístěné na loketní opěrci integrované do sedadla řidiče (Obr. 2.25). Na páce řazení jsou umístěná tři tlačítka. První dvě jsou učená pro ovládání tříbodového závěsu traktoru a třetí je parkovací brzda. Traktory s touto převodovkou jsou vybavovány nejrůznějšími elektronickými systémy pro usnadnění ovládání. Mezi nejvíce používané patří automatické řazení převodových stupňů v polním (při rychlostech 1 až 12) a silničním režimu (11 až 19) dále pak omezení maximálního převodového stupně a v neposledním případě pak systém GSM (Ground Speed Management) který automaticky upravuje otáčky motoru a převodové stupně převodovky na základě jejich zatížení.



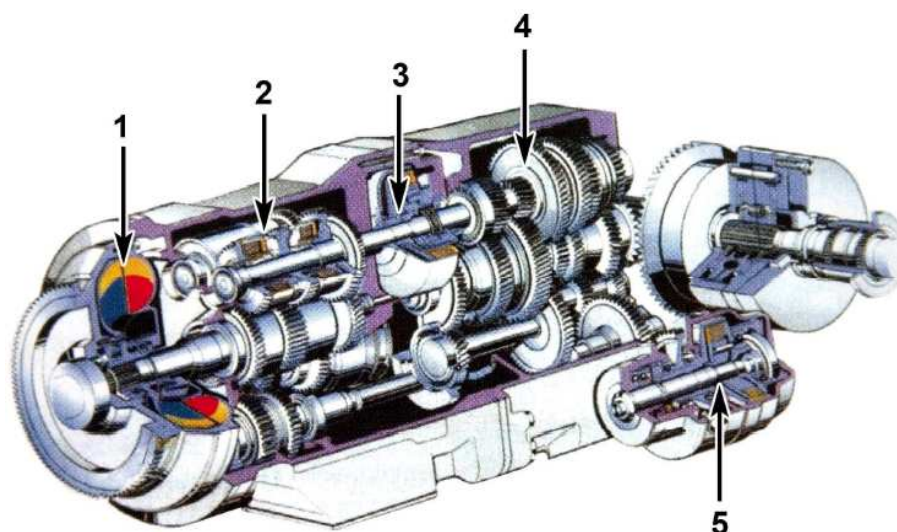
*Obr. 2.25 Ovládací prvky převodovky Ultra Command [14]*



### 3 HYDRODYNAMICKÉ PŘEVODOVKY

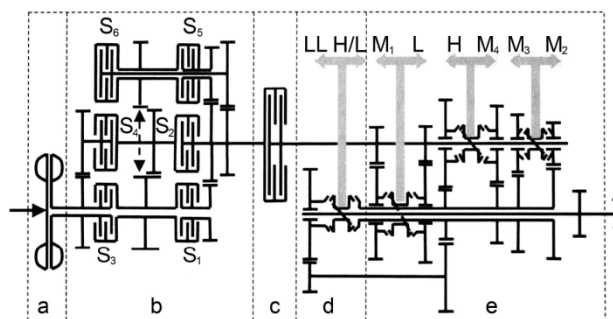
Hydrodynamické převodovky se v dnešních koncepcích traktorů vyskytují velice zřídka. Můžeme je najít v traktorech Deutz-Fahr Agrottron AT 265, Same Diamond 265 nebo Fendt Farmer 300. Největšího rozvoje tyto převodovky dosáhly hlavně v 80. a 90. letech dvacátého století kdy již sebou tato koncepce přinášela vyšší stupeň automatizace. Konstrukce těchto převodovek je založená na kombinaci hydrodynamické spojky (popřípadě hydrodynamického měniče) s mechanickou převodovkou. Mezi nejznámější hydrodynamické převodovky patří převodovka Turbomatic od Německého výrobce traktorů Fendt. [1]

#### 3.1.1 PŘEVODOVKA TURBOMATIC (FENDT)



Obr. 3.1 Převodovka Turbomatic [1]

Převodovka je řešená kombinací hydrodynamické spojky (1) a mechanické převodovky (Obr. 3.2), která je složená z čtyřstupňového násobiče s reverzačním převodem (2), pojezdové spojky (3), skupinové převodovky se dvěma rychlostními rozsahy, šestistupňové hlavní převodovky (4) a spojky pohonu přední nápravy (5). Dohromady poskytuje možnost řazení 44 rychlostních stupňů vpřed a stejného množství stupňů vzad.



Obr. 3.2 Schéma převodovky Turbomatic [1]

Hydrodynamická spojka (a), násobič točivého momentu a reverzační převod (b), hlavní pojezdová spojka (c), skupinová převodovka (d), hlavní převodovka (e), lamelové spojky ( $S_1$  až  $S_6$ )

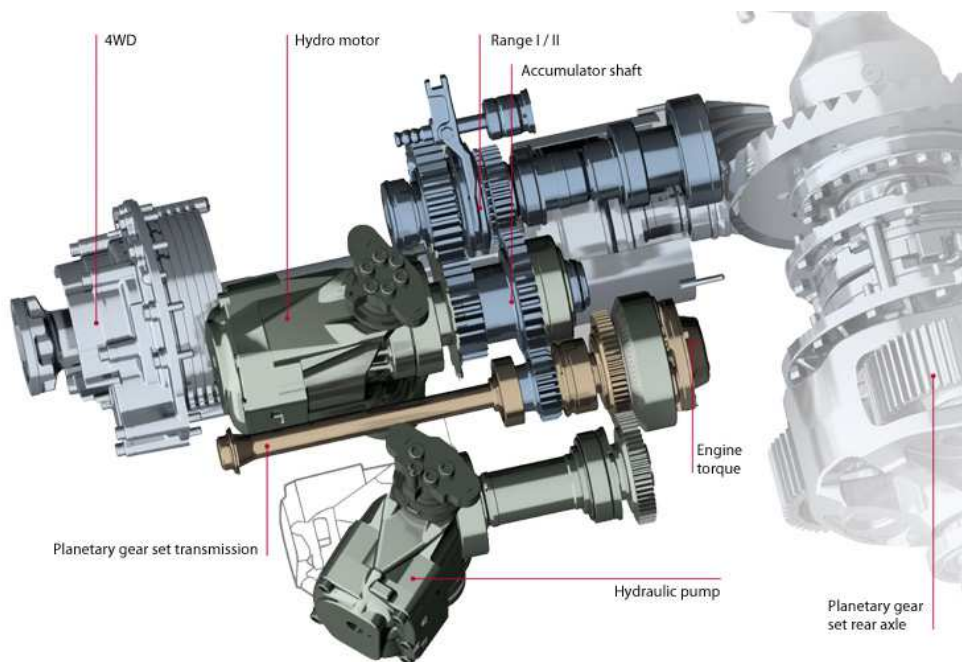


## 4 DIFERENCIÁLNÍ HYDROSTATICKÉ PŘEVODOVKY

Diferenciální hydrostatické převodovky patří mezi skupinu převodovek CVT (Continuously Variable Transmission) s plynulou změnou pojezdové rychlosti. Tyto převodovky jsou založené na principu dělení výkonu na dvě větve (mechanickou a hydrostatickou), které jsou posléze znovu sčítány ve slučovacím soukolí (planetové soukolí případně sumarizační hřídel). V dnešní době tyto převodovky patří mezi špičku. Jejich největší výhodou je však i zároveň jejich největší nevýhodou, díky ztrátám hydrostatické větve tyto převodovky nedosahují takových účinností jako převodovky čistě mechanické.

### 4.1.1 VARIO (FENDT)

V segmentu traktorových převodovek byla převodovka Vario první bezstupňovou převodovkou vůbec. Jedná se o převodovku vynalezenou už v roce 1970, vypuštěna však byla až v roce 1996 v traktoru Fendt 926 Vario. Společnost Fendt tuto převodovku montuje do všech svých modelových řad a najdeme ji i v traktorech JCB Fastrac, Valtra a Massey Ferguson. [16]



Obr. 4.1 Schéma převodovky Vario [18]

### KONSTRUKCE

Převodovka je složená ze dvou hlavních částí. Hydrostatického převodníku zahrnujícího axiální regulační pístový hydromotor (s regulačním rozsahem  $0^\circ$  až  $45^\circ$ ) a regulační pístový hydrogenerátor (s rozsahem  $-30^\circ$  až  $45^\circ$ ). Dále pak z mechanické části obsahující dvoustupňovou skupinovou převodovku s planetovým soukolím. Převodovka je taktéž vybavena spojkou přední nápravy a spojkou vývodového hřídele. [1]

### PRINCIP FUNKCE

Výkon od motoru je přiváděn na unášec satelitů planetového soukolí. Zde se výkon dělí na mechanickou část odváděnou přes centrální kolo dál a na hydrostatickou část odváděnou





korunovým kolem k pístovému hydrogenerátoru (hydromotoru). Obě výkonové větve se opět sčítají na sumarizační hřídeli odkud je přes dvoustupňovou skupinovou převodovku dále rozváděn k pohonu přední a zadní nápravy. [17] Bližší popis funkce převodovky je popsán v příloze 4

## OVLÁDÁNÍ

Převodovka je ovládaná pomocí jedné páky umístěné na multifunkční opěrce sedadla (Obr. 4.2) popřípadě pedálem pojezdu. Pohybem páky vpřed traktor zrychluje a pohybem vzad zpomaluje, v případě nahnutí páky doleva dojde k reverzaci a pohybem doprava se zapíná tempomat. Páka obsahuje přepínač nastavení požadované rychlosti akcelerace a tlačítka pro ovládání tříbodového závěsu. Traktory Fendt jsou standardně vybaveny systémem TMS (Tractor Management System) umožňujícím ovládání motoru společně s převodovkou (4 režimy ovládání), případně i systémem palubního počítače Variotronic který spojuje ovládání traktoru, připojeného nářadí, satelitní navádění VarioGuide a další systémy do jednoho ovládacího panelu, který výrazně zvyšuje komfort obsluhy.



Obr. 4.2 Ovládání převodovky Vario, systém Variotronic [19]

### 4.1.2 AUTO COMMAND (NEW HOLLAND, CASE-IH)

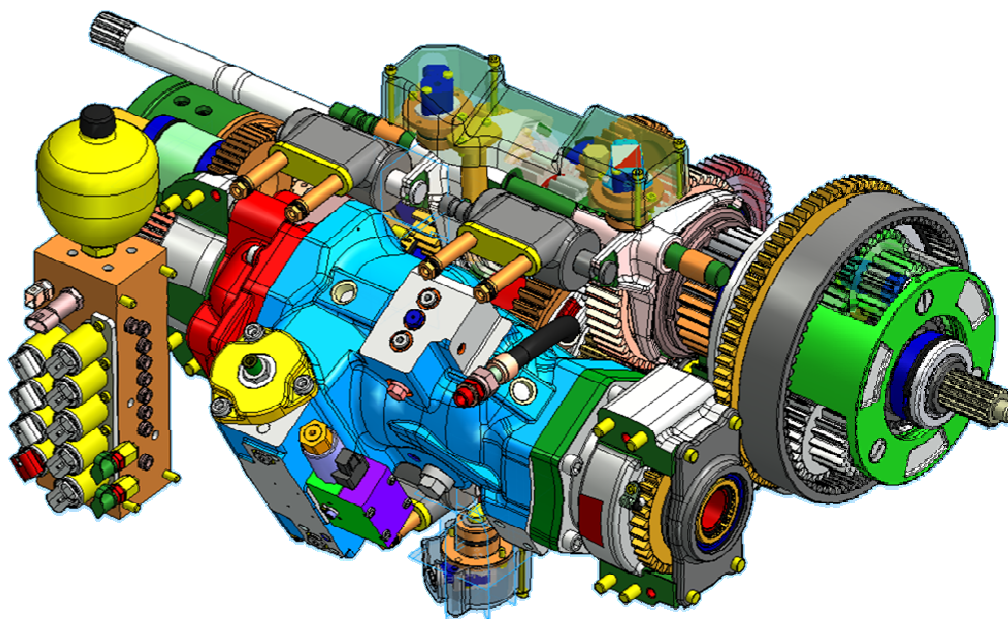
Převodovka Auto Command je používána v traktorech New Holland řady T7 (118 až 192 kW) a v traktorech Case-IH v řadě CVX (104 až 144 kW).

## KONSTRUKCE

Převodovka je založená na kombinaci mechanické a hydraulické části posléze spojené ve slučovací planetovém soukolí. Mechanická část je tvořena tří hřídelovou stupňovitou převodovkou se třemi páry synchronizovaných soukolí a dvěma lamelovými spojkami, jejichž



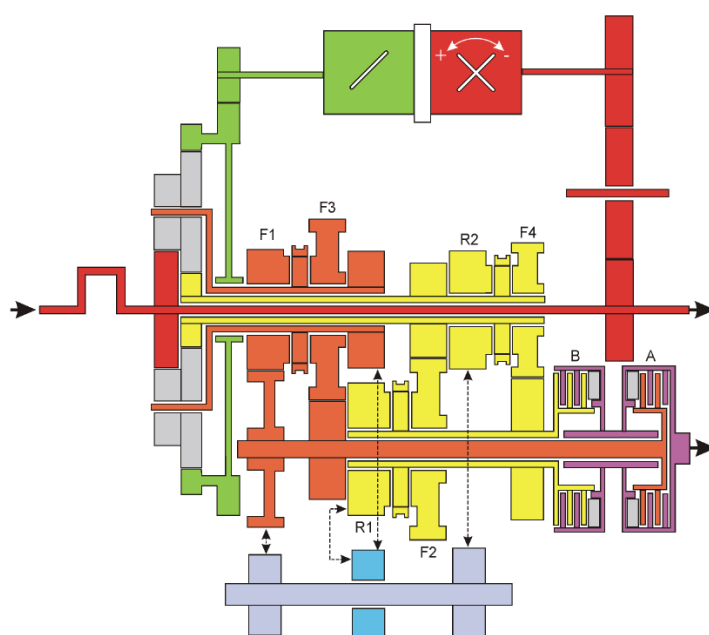
kombinací se dosahuje čtyř rychlostních rozsahů vpřed a dvou rozsahů vzad. Hydrostatická část je složená z regulačního pístového hydrogenerátoru a neregulačního pístového hydromotoru. Aby nedocházelo ke zbytečným ztrátám (vedením kapaliny v potrubí) je hydrogenerátor s hydromotorem uložený ve spojené skříní. Devíti pístkový hydrogenerátor je schopný vytlačit až  $110 \text{ cm}^3$  kapaliny a je ho možné regulovat sklonem desky v rozsahu  $\pm 10^\circ$ . Hydromotor pracuje trvale s geometrickým objemem  $90 \text{ cm}^3$ . Maximální konstrukční rychlost je  $70 \text{ km/h}$ . Rychlost je však elektronicky omezená (sklonem regulační desky hydrogenerátoru) na rychlost 50 případně  $40 \text{ km/h}$ .



Obr. 4.3 Převodovka Auto Command, pohled na hydrostatickou jednotku [15]

## PRINCIP FUNKCE

Výkon motoru je přiváděn na hřídel, kterou je poháněno centrální kolo slučovacího planetového soukolí (mechanická část), soukolí pro pohon pístového hydrogenerátoru (hydrostatická část) a dále pak vývodový hřídel. Korunové kolo slučovacího převodu je poháněno hydrostatickou jednotkou (hydrogenerátor  $\rightarrow$  hydromotor). Výkon ze slučovacího planetového soukolí je pak odebírán přes unašeč satelitů (spojka A) nebo vložené centrální kolo (spojka B). Spojka A má na starost sepínání rychlostních rozsahů F1, F3 pro jízdu vpřed a rozsah R2 pro jízdu vzad, spojka B sepíná rychlostní rozsahy F2 a F4 pro jízdu vpřed a rozsah R1 pro jízdu vzad (). Řazení jednotlivých rozsahů využívá principu dvoutoké převodovky DSG (Direct-Shift Gearbox, případně Direkt-Schalt-Getriebe). K řazení převodových stupňů dochází v okamžiku, kdy není daný převod v záběru, což výrazně snižuje opotřebení všech třecích částí a díky dvěma mokrým elektronicky ovládaným lamelovým spojkám umožňuje tento systém řazení všech převodů (4 vpřed, 2 vzad) pod zatížením s možností rychlé reverzace (Power Shuttle). Bližší popis fungování je popsán v příloze 5.



Obr. 4.4 Schéma převodovky Auto Command [15]

## OVLÁDÁNÍ



Obr. 4.5 Ovládací páka převodovky Auto Command [10]

Ovládání převodovky je soustředěno do jedné páky umístěné na opěrci sedačky obsluhy traktoru (Obr. 4.5). Na ovládací páce můžeme najít tlačítka tempomatu, tlačítka pro řazení jednotlivých rychlostních rozsahů, tlačítka ovládání tříbodového závěsu a hydrauliky. Při pohybu páky dopředu (dozadu) se začne traktor rozjíždět vpřed (vzad). Traktor zrychluje (zpomaluje) úměrně podle toho s jakou rychlostí obsluha pákou pohybuje. Díky elektronickému řízení, převodovka disponuje velkým množstvím nastavení. Mezi základní typy režimů převodovky patří například plně automatický mód, manuální režim, tempomat a režim PTO.



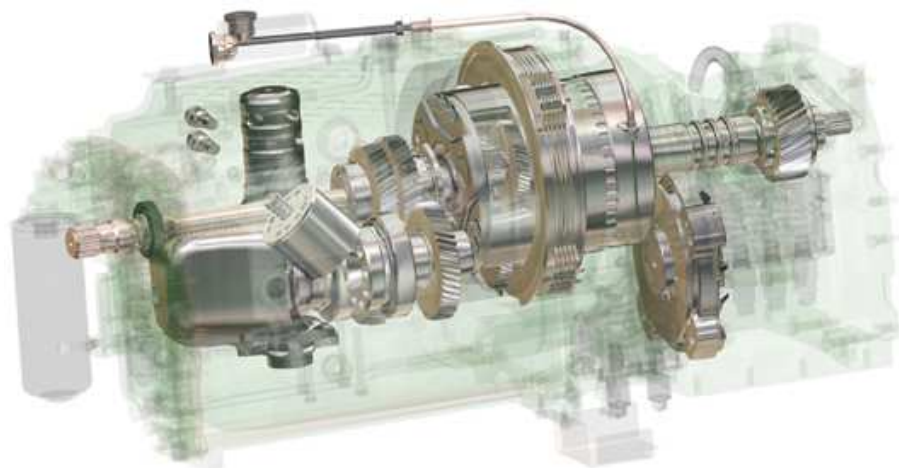
### 4.1.3 AUTOPOWR (JOHN DEERE)

V traktorech John Deere se objevují dva druhy převodovek AutoPowr. První je převodovka vyvinutá přímo firmou John Deere instalovaná například v řadách 7020, 7030 (136 až 158 kW). Druhou je převodovka od německé firmy ZF, do které si firma John Deere přidala vlastní řízení. Používaná je zejména v řadách traktorů 6030 (77 až 110 kW) a 8030 (180 až 275 kW).

V obou případech se jedná o IVT převodovku (Infinitely Variable Transmission), tzn. o bezstupňovou převodovku umožňující plynulý přechod jízdy vzad bez řazení soukolí pro změnu smyslu otáčení výstupního hřídele. [15]

#### KONSTRUKCE

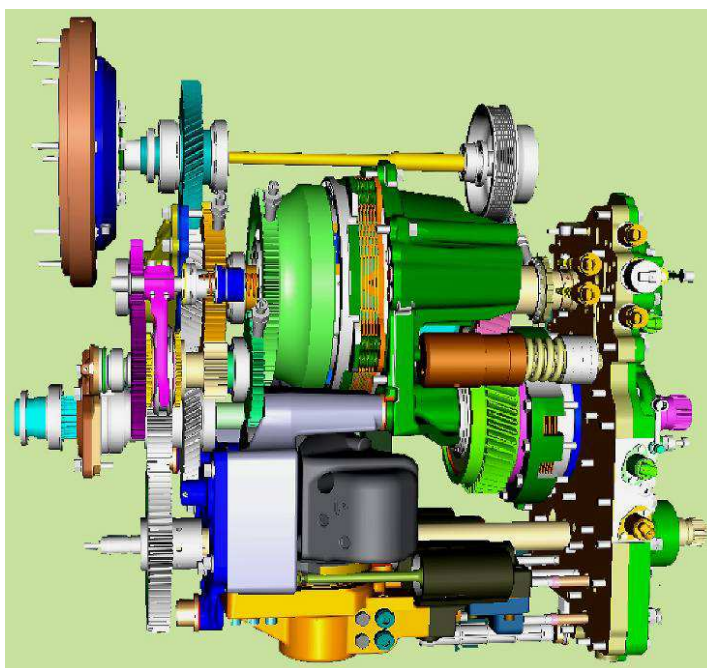
V prvním případě (výrobce John Deere) převodovku tvoří dvojice planetových převodů (slučovací, reverzační) a hydrostatický převodník. Převodník je tvořený regulačním hydrogenerátorem a pístovým hydromotorem s konstantním objemem. Regulace geometrického objemu hydrogenerátoru probíhá naklápěním celého bloku v obou směrech  $\pm 45^\circ$ . Slučovací a reverzační planetové soukolí doplňují dvě lamelové spojky pro řazení jízdních rozsahů a lamelová brzda pro jízdu vzad (Obr. 4.6).



Obr. 4.6 Převodovka AutoPowr (John Deere) [9]

V druhém případě (výrobce ZF, řízení JD) jde o převodovku konstrukčně složenou z mechanické převodovky se čtyřmi rychlostními skupinami vpřed plus dvě skupiny vzad a dvou hydrostatických jednotek. Mechanická část převodovky je složená z pěti funkčních částí: dvou synchronizovaných spojek (C1/C3 a C2), dvou spojek rozsahů pro jízdu vpřed (LC – Low Clutch, HC – High Clutch) a reverzační brzdy (RB – Reverse Brake). Vstup a výstup převodovky je vedený skrz dvojici planetových soukolí: slučovací se sdruženým satelitem a reverzační planetové soukolí (Obr. 4.7). První hydrostatická jednotka (RU) umožňuje regulaci geometrického objemu naklápěním od  $0^\circ$  do  $45^\circ$ , zatímco u druhé jednotky je naklápění možné v obou směrech  $\pm 45^\circ$ .

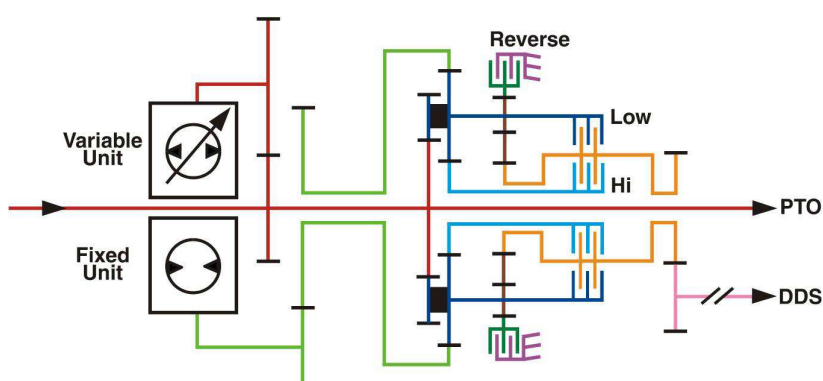




Obr. 4.7 Převodovka AutoPowr (ZF) [9]

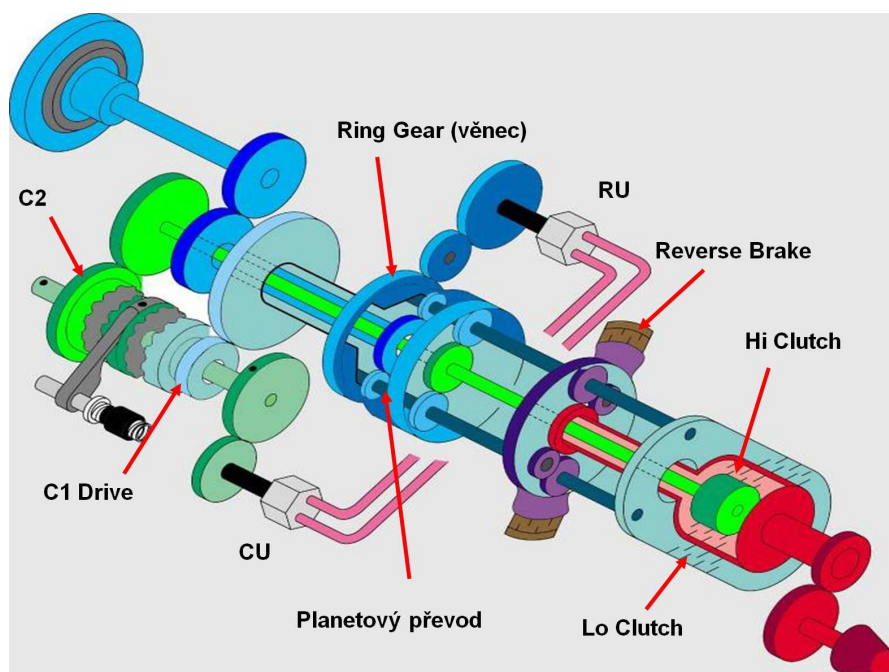
### PRINCIP FUNKCE

Princip funkce první používané převodovky (výroba John Deere) je velice jednoduchý. Výkon od motoru je přiváděn na hřídel, kterou je poháněno kolo hydrostatické jednotky, centrální kolo sumarizační planetové převodovky a vývodový hřídel traktoru (PTO). Korunové kolo sumarizační převodovky je poháněno od hydromotoru hydrostatické jednotky. Výkon se ze sumarizačního soukolí odvádí přes reverzační planetové soukolí k lamelovým spojkám rozsahů (Low, Hi) odkud je dále rozváděn k pohonům jednotlivých náprav (Obr. 4.8).



Obr. 4.8 Schéma převodovky AutoPowr (John Deere) [9]

U druhé užití převodovky je princip velice obdobný. Motor otáčí hřídelí, která pohání první centrální kolo slučovacího soukolí. Výkon se zde dělí na mechanickou část (spojky C1, C2) a hydrostatickou část (hydrostatický výměník). Obě části se zde opět sloučí a přes spojky rozsahů (HC, LC) se výkon rozvádí dále k poháněným nápravám (Obr. 4.9). Kombinací spojek C1/C3, C2 se spojkami rozsahů LC, HC se traktor pohybuje vpřed a díky kombinaci spojek C1/C3, C2 s brzdou RB se pohybuje vzad.



Obr. 4.9 Schéma převodovky AutoPowr (ZF) [9]

## OVLÁDÁNÍ



Obr. 4.10 Ovládací prvky převodovky AutoPowr [8]

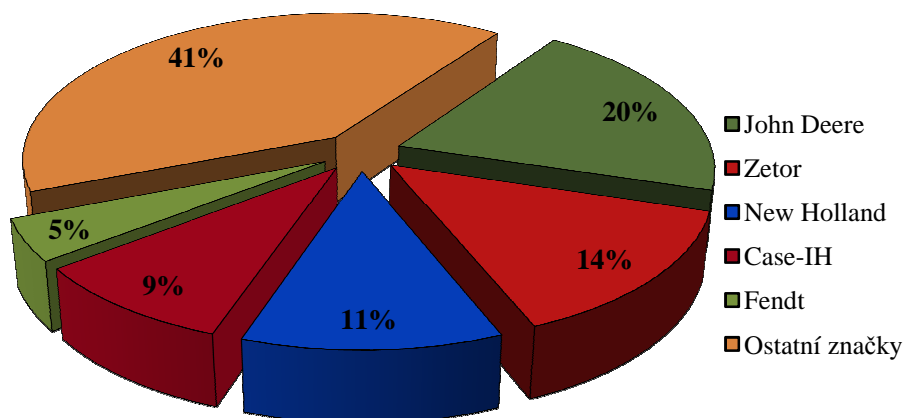
Ovládání těchto převodovek je naprosto identické. Pro ovládání traktoru slouží dvě páky. Páka volby směru jízdy zahrnující i pozici pro zařazení parkovacího zámku převodovky a polohu neutrálu. Páka je umístěná vlevo pod volantem. Druhou je páka volby rychlostního rozsahu umístěná na loketní opěrci sedadla obsluhy (Obr. 4.10). Převodovku lze nastavit ve třech automatických režimech provozu: lehké tažné práce a jízda na silnici, těžké tažové práce (orba, atd.) a práce s vývodovým hřídelem.



## 5 STATISTIKY

Pro přehled a doplnění výše zmíněných informací jsem zde uvedl tři statistiky pouze přibližně charakterizující prodej traktorů v České republice.

### 5.1 STATISTIKA PRODEJE TRAKTORŮ JEDNOTLIVÝCH ZNAČEK PRO ROK 2010



Obr. 5.1 Pět nejvíce prodávaných traktorů v ČR za rok 2010 [20]

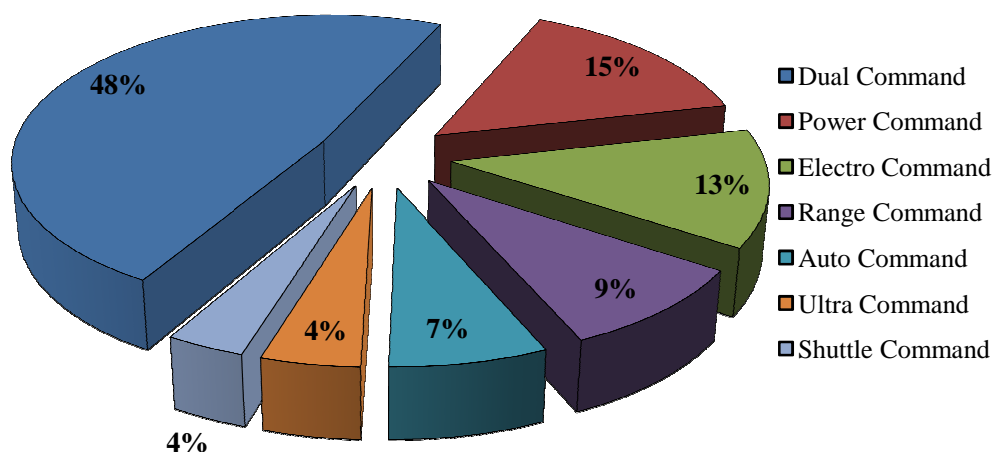
Tab. 5 Nejvíce prodávané značky traktorů v ČR za rok 2010 [20]

	Značka	Počet prodaných kusů celkem	Podíl z celkového prodeje [%]
1.	John Deere	447	20,03
2.	Zetor	315	14,11
3.	New Holland	254	11,38
4.	Case-IH	208	9,32
5.	Fendt	101	4,53

### 5.2 STATISTIKA PRODEJE TRAKTORŮ NEW HOLLAND PODLE PŘEVODOVEK PRO ROK 2010

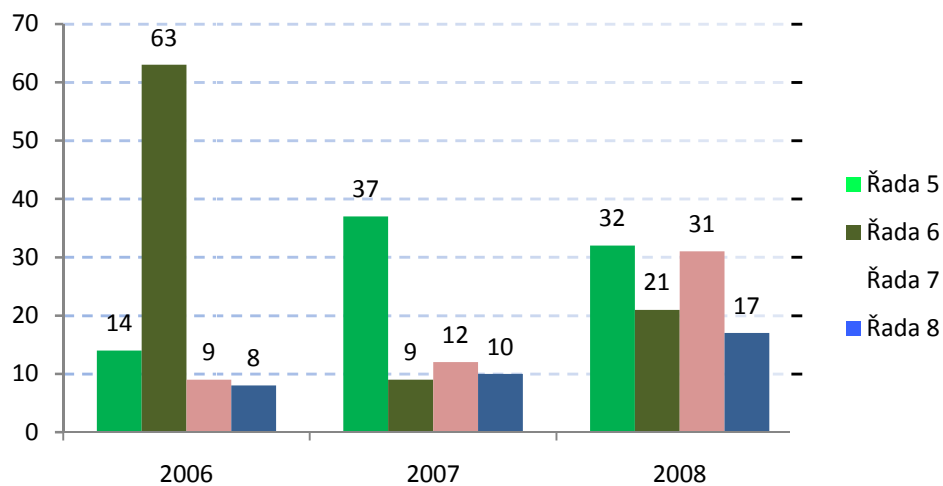
Tab. 6 Převodovky New Holland poskládané podle jejich prodeje [21]

	Převodovka	Počet prodaných kusů celkem
1.	Dual Command	110
2.	Power Command	34
3.	Electro Command	29
4.	Range Command	21
5.	Auto Command	16
6.	Ultra Command	10
7.	Shuttle Command	8



Obr. 5.2 Srovnání převodovek podle jejich prodeje [21]

### 5.3 PRODEJ TRAKTORŮ JOHN DEERE PODLE ŘAD PRO ROKY 2006 AŽ 2008



Obr. 5.3 Prodej traktorů John Deere podle řad, roky 2006 až 2008 [9]

Tabulka prodeje jednotlivých modelů je připojená v příloze 7.





## ZÁVĚR

Převodovky zvláště pak za posledních deset let zaznamenaly ohromný skok z hlediska vývoje řídicí elektroniky, umožňující velký pokrok nejen v oblasti stále nejpoužívanějších mechanických převodovek ale i v oblasti převodovek s plynulou změnou převodového poměru CVT, zejména pak diferenciálních hydrostatických převodovek. Právě této koncepci je přisuzovaná budoucnost traktorových převodovek. Velkou nevýhodou zde však i nadále jsou vysoké ztráty hydrostatického převodníku, díky čemuž je snižovaná celková mechanická účinnost převodovky. Tyto převodovky jsou výborné v aplikacích zahrnujících práci s vývodovým hřídelem kde je potřeba udržet konstantní otáčky PTO (Power take-off). Mezi stále nejvíce prodávané a nejvíce rozšířené převodovky však patří manuální převodovky s možností řazení stupňů pod zatížením. Tyto převodovky, vyskytující se zejména ve střední výkonové třídě traktorů, patří díky jednoduché konstrukci do skupiny převodovek s nejvyšší mechanickou účinností. Celkový vývoj ovládání a jednotlivých řídicích systémů jde v poslední době neuvěřitelně kupředu. Věřím tomu, že zanedlouho bude nejslabším článkem traktoru jeho obsluha.



## POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] BAUER, František, a kolektiv. *Traktory*. 1 vyd. Praha: Profi Press, 2006. 192 s. ISBN 80-86726-15-0
- [2] Traktory John Deere - Strom Praha, a.s. [online]. [cit. 2011-09-29]. Dostupné z: <<http://www.stromzapad.cz/cs/zemedelska-technika/traktory-john-deere/R16-A0/>>
- [3] Traktory John Deere řady 5M - Strom Praha, a.s. [online]. [cit. 2011-09-29]. Dostupné z: <<http://www.stromzapad.cz/cs/zemedelska-technika/traktory-john-deere/traktory-john-deere-5m/R16-A24/>>
- [4] Traktory John Deere řady 6030 - Strom Praha, a.s. [online]. [cit. 2011-09-29]. Dostupné z: <[http://www.stromzapad.cz/download/file/katalog/Traktory\\_John\\_Deere\\_6030.pdf](http://www.stromzapad.cz/download/file/katalog/Traktory_John_Deere_6030.pdf)>
- [5] Databáze traktorů - TraktorData.com [online]. [cit. 2011-09-29]. Dostupné z: <<http://www.tractordata.com/farm-tractors/000/1/6/167-john-deere-6300-transmission.html>>
- [6] Traktory John Deere řady 7030 - Strom Praha, a.s. [online]. [cit. 2011-09-29]. Dostupné z: <<http://www.stromzapad.cz/cs/zemedelska-technika/traktory-john-deere/traktory-john-deere-7030-waterloo/R16-A29/>>
- [7] Traktory John Deere - materiály pro interní a servisní účely. *Traktory 7610, 7710 činnost a testy, Reference 255-20-008, Popis činnosti převodovky rozsahů převodů*. Strom Praha, a.s.
- [8] Traktory John Deere řady 8R/RT - Strom Praha, a.s. [online]. [cit. 2011-09-29]. Dostupné z: <<http://www.stromzapad.cz/cs/zemedelska-technika/traktory-john-deere/traktory-john-deere-8r/R16-A30/>>
- [9] Traktory John Deere - materiály pro interní a servisní účely, Strom Praha, a.s.
- [10] Traktory New Holland - AGROTEC a.s. [online]. [cit. 2011-09-29]. Dostupné z: <<http://www.eagrotec.cz/modely/?typ=10>>
- [11] Traktory New Holland, [online]. [cit. 2011-09-29]. Dostupné z: <[http://www.italiaspeed.com/2007/cars/other/cnh/new\\_holland/02/t7000\\_tractor/2102.html](http://www.italiaspeed.com/2007/cars/other/cnh/new_holland/02/t7000_tractor/2102.html)>
- [12] Traktory New Holland, [www.newholland.com](http://www.newholland.com) [online]. [cit. 2011-09-29]. Dostupné z: <[http://agriculture.newholland.com/us/en/Products/Agricultural-Tractors/T6000/Pages/Transmission\\_details.aspx](http://agriculture.newholland.com/us/en/Products/Agricultural-Tractors/T6000/Pages/Transmission_details.aspx)>
- [13] Traktory New Holland - AGROTEC a.s., řada T6000 [online]. [cit. 2011-09-29]. Dostupné z: <<http://www.eagrotec.cz/soubory/90024doo-92ad39.pdf>>
- [14] Traktory New Holland T8000 – P&L spol. s r.o., [online]. [cit. 2011-09-29]. Dostupné z: <[http://www.pal.cz/page/1789.traktor\\_new\\_holland/](http://www.pal.cz/page/1789.traktor_new_holland/)>
- [15] Traktory New Holland - materiály pro interní a servisní účely, AGROTEC a.s.



- [16] Continuously variable transmission, [www.en.wikipedia.org](http://www.en.wikipedia.org) [online]. [cit. 2011-09-29]. Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/Continuously\\_variable\\_transmission#Hydrostatic\\_CVTs](http://en.wikipedia.org/wiki/Continuously_variable_transmission#Hydrostatic_CVTs)>
- [17] Genèse d'une innovation enviée - La transmission „Vario“ Fendt: Elaboration et essais vus par le staff des développeurs, [www.agric-old.fr](http://www.agric-old.fr) [online]. [cit. 2011-09-29]. Dostupné z: <<http://www.agric-old.fr/Dfendt/Html-2/Fendt/fdt012.php>>
- [18] Traktory Fendt 720-724 Vario, [www.fendt.co.uk](http://www.fendt.co.uk) [online]. [cit. 2011-09-29]. Dostupné z: <[http://www.fendt.co.uk/tractors\\_fendt720-724vario\\_engineandtransmission\\_fendtvariotransmission.asp](http://www.fendt.co.uk/tractors_fendt720-724vario_engineandtransmission_fendtvariotransmission.asp)>
- [19] Traktory Fendt 800 Vario, [www.agromachinery.cz](http://www.agromachinery.cz) [online]. [cit. 2011-09-29]. Dostupné z: <<http://www.agromachinery.cz/post/fendt-800-vario-106/>>
- [20] Svaz dovozců automobilů, <http://portal.sda-cia.cz> [online]. [cit. 2011-09-29]. Dostupné z: <<http://portal.sda-cia.cz/statr/2010-12.traktTr.CZ.html>>
- [21] Traktory New Holland – AGROTEC a.s., interní statistiky firmy.



---

## SEZNAM PŘÍLOH

1. Příloha I – Model převodovky Power Reverser	1
2. Příloha II – Planetový násobič točivého momentu PowrQuad	1
3. Příloha III. – Převodovka PowrShift	1
4. Příloha IV – Bližší popis fungování převodovky Vario	1
5. Příloha V – Bližší popis fungování převodovky Auto Command	2
6. Příloha VI – Bližší popis fungování převodovky AutoPowr (John Deere)	2
7. Příloha VII – Bližší popis fungování převodovky AutoPowr (ZF)	2
8. Příloha VIII – Statistika prodeje traktorů John Deere pro roky 2006 až 2008	1